

TUGAS AKHIR

**ANALISIS BANJIR DI JALAN PELAJAR UJUNG, DI
KECAMATAN MEDAN DENAI, KOTA MEDAN**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MUFLIAH ATIRRAH RITONGA
1707210185



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

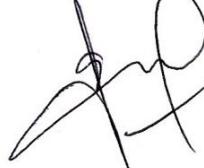
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muflihah Atirrah Ritonga
Npm : 1707210185
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Banjir Di Jalan Pelajar Ujung, Di Kecamatan
Medan Denai, Kota Medan (*Studi Kasus*)
Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 31 Juni 2023

Dosen Pembimbing



Sayed Iskandar Muda, S.T., M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

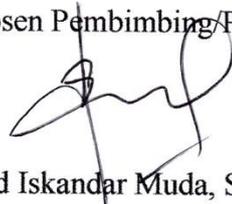
Nama : Muflihah Atirrah Ritonga
NPM : 1707210185
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Transportasi
Judul Skripsi : ANALISIS BANJIR DI JALAN PELAJAR UJUNG,
KECAMATAN MEDAN DENAI, KOTA MEDAN.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 31 Juni 2023

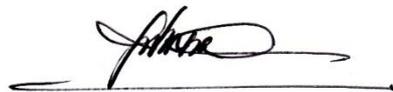
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing/Penguji



Sayed Iskandar Muda, S.T., M.T

Dosen Pembanding I



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembanding II



Rizki Efrida, S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Muflihah Atirrah Ritonga

Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 06 April 1999

NPM : 1707210185

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisis Banjir Di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai, Kota Medan”

Bukan merupakan *plagiarism*, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat serupa pembatalan kelulusan/sarjana saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 31 Juli 2023

atakan,

Muflihah Atirrah Ritonga



ABSTRAK

ANALISIS BANJIR DI JALAN PELAJAR UJUNG, KECAMATAN MEDAN DENAI, KOTA MEDAN

Muflihah Atirrah Ritonga
1707210185

Sayed Iskandar Muda, S.T., M.T

Penelitian pada Tugas Akhir ini bertujuan untuk menganalisis saluran drainase di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai, Kota Medan yang menyebabkan terjadinya banjir dan genangan air. Analisis ini dilakukan karena saluran drainase yang kecil di Jalan Pelajar Ujung, mengakibatkan kapasitas saluran tersebut sudah tidak mampu menampung debit air limpasan dan tidak berfungsi dengan baik. Selain itu, ditemukan juga Sungai Kera tidak dapat menampung debit air terutama saat musim hujan.

Hasil penelitian dan analisis data untuk kapasitas saluran eksisting di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai, Kota Medan melalui perhitungan dimensi saluran bahwa eksisting rencana adalah b (lebar saluran drainase) = 1 m, h (tinggi muka air saluran drainase) = 0,9 m, Q (debit tampung) = "1,73320271 " m^3/s , Q (debit banjir) = 0,811232 m^3/s . Untuk itu, dibutuhkan desain eksisting rencana dan perubahan aliran drainase menuju Sungai Percut sehingga kapasitas limpasan air dapat kembali normal dengan tidak menimbulkan titik banjir kembali dan mencegah terjadinya genangan air di sekitar Jalan Pelajar Ujung.

Kata Kunci: Banjir, Sedimentasi, Saluran Drainase, Kapasitas Saluran Eksisting Debit Air.

ABSTRACT

ANALYSIS OF FLOODING ON PELAJAR UJUNG STREET AT MEDAN DENAI DISTRICT, MEDAN CITY

Muflihah Atirrah Ritonga
1707210185
Sayed Iskandar Muda, S.T., M.T

The research in this final project aims to analyze drainage channels on Pelajar Ujung Street, Medan Denai District, Medan City, which cause flooding and waterlogging. This analysis was carried out because the drainage channel is small on Pelajar Ujung Street, resulting in the capacity of the channel needing help to accommodate runoff water discharge and not functioning correctly. In addition, it was also found that the Kera River could not accommodate water discharge, especially during the rainy season.

The results of the research and data analysis for the capacity of the existing canal on Pelajar Ujung Street, Medan Denai District, Medan City through the calculation of the channel dimensions that the existing plan is $b(\text{drainage canal width}) = 1 \text{ m}$, $h(\text{drainage canal water level}) = 0.9 \text{ m}$, $Q(\text{capacity discharge}) = "1.73320271" \text{ m}^3/\text{s}$, $Q(\text{flood discharge}) = 0.811232 \text{ m}^3/\text{s}$. For this reason, it is necessary to design the existing plan and change the drainage flow to the Percut River so that the capacity of the water runoff can return to normal by not causing another flood point and preventing the occurrence of puddles around Pelajar Ujung Street.

Keywords: *Flood, Sedimentation, Drainage Channel, Capacity of Existing Channel Water discharge.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia Nya kepada saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISIS BANJIR DI JALAN PELAJAR UJUNG, DI KECAMATAN MEDAN DENAI, KOTA MEDAN” ini dengan baik.

Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW yang telah mengantarkan umat manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang seperti saat ini. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Saya menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

1. Bapak Sayed Iskandar Muda, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan bimbingan, saran, motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir penulis.
2. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, selaku Dosen Penguji I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukkan kepada penulis dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukkan kepada penulis dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, selaku Ketua Program Studi

Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada saya.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang banyak membantu penulis untuk melengkapi administrasi selama penulisan tugas akhir ini.
10. Teristimewa sekali kepada kedua orang tua saya Bapak Alamsyahrudin Ritonga, dan Ibu Juniarni Harahap, yang telah mendukung saya dan bersusah payah membesarkan dengan kasih sayang yang tiada habisnya dan mengantarkan saya ke tingkat Perguruan tinggi.
11. Kepada abang saya Guntur Putra Utama Ritonga, beserta kedua kakak saya yaitu Mukhairina Amalia Ritonga dan Muthia Pratiwi Ritonga.
12. Terima kasih kepada teman saya Ayu Rahmadani, Albia Hanum dan Muhamad Fadli yang telah menemanin dari awal hingga akhir dalam penyelesaian tugas akhir ini dan sudah memberi dukungan.
13. Terima kasih juga kepada Ajooo yang sudah memberikan dukungan baik secara langsung ataupun tidak langsung.

Akhir kata saya mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas ini. Semoga tugas akhir ini bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi saya dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil.

Medan, 14 Juli 2023

Penulis

Muflihah Atirrah Ritonga
NPM.1707210185

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan penelitian	2
1.4 Manfaat penelitian	3
1.5 Sistematika penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem drainase	5
2.2 Banjir	7
2.2.1 Pengertian banjir	7
2.2.2 Penyebab banjir	8
2.2.3 Pengendalian banjir	10
2.2.4 Sejarah banjir di Kecamatan Medan Denai	11
2.3 Hidrologi	14
2.3.1 Siklus hidrologi	14
2.3.2 Macam-macam siklus hidrologi	16
2.3.3 Hidrolika	17
2.3.4 Analisa frekuensi curah hujan harian maksimum	19
2.4 Curah hujan	20
2.4.1 Waktu konsentrasi (T_c)	21
2.4.2 Intensitas curah hujan	23

2.4.3	Analisis intensitas curah hujan	24
2.5	Jenis pada aliran	25
2.5.1	Debit aliran	26
2.5.2	Kecepatan aliran rata-rata	26
2.5.3	Aspek-aspek studi kelayakan	27
2.6	Drainase	27
2.6.1	Jenis-jenis drainase	28
2.6.2	Kegunaan saluran drainase	30
BAB 3	METODE PENELITIAN	31
3.1	Bagan alir penelitian	31
3.2	Lokasi penelitian	32
3.3	Sumber data dan teknik pengumpulan data	32
3.4	Teknik pengumpulan data	32
3.5	Alat yang digunakan	33
3.6	Pengolahan data	34
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1	Analisa Curah Hujan	35
4.1.1	Pengurutan data curah hujan dari terbesar hingga terkecil	35
4.1.2	Harga parameter statistik	36
4.1.3	Menghitung curah hujan kala ulang dengan logaritmik 2, 5, 10, 20, 25, 50, & 100 tahun	39
4.1.4	Uji distribusi probabilitas	42
4.1.5	Intensitas curah hujan	46
4.2	Skema jaringan	46
4.3	Perhitungan hidrologi dan hidrolika	47
4.4	Perhitungan eksisting	48
4.5	Perhitungan rencana drainase	50
BAB 5	KESIMPULAN	53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53
	DAFTAR PUSTAKA	54
	LAMPIRAN	56
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ketentuan kemiringan normal pada jenis lapisan permukaan jalan	7
Tabel 2.2 Berita banjir di Kecamatan Medan Denai	11
Tabel 2.3 Musrebang di Kecamatan Medan Denai	13
Tabel 2.4 Harga n untuk rumus <i>manning</i>	21
Tabel 3.1 Tabel kuesioner	33
Tabel 4.1 Data curah hujan maksimum stasiun sampali (mm/hari)	35
Tabel 4.2 Urutan data curah hujan dari yang terbesar hingga terkecil	35
Tabel 4.3 Perhitungan untuk harga parameter statistik	36
Tabel 4.4 Analisa curah hujan rencana dengan distribusi normal	38
Tabel 4.5 Analisa curah hujan rencana dengan distribusi Gumbel	39
Tabel 4.6 Analisa curah hujan kala ulang dengan logaritmik	39
Tabel 4.7 Analisa curah hujan kala ulang metode distribusi Log normal	40
Tabel 4.8 Analisa curah hujan rencana dengan distribusi Log Pearson III	41
Tabel 4.9 Rekapitulasi kala ulang curah hujan	41
Tabel 4.10 Rekapitulasi kala ulang curah hujan	42
Tabel 4.11 Tabel data curah hujan terbesar ke terkecil	43
Tabel 4.12 Perhitungan uji kesesuaian metode chi kuadrat	44
Tabel 4.13 Hasil data dengan uji chi kuadrat	44
Tabel 4.14 Tabel data curah hujan terbesar ke terkecil	45
Tabel 4.15 Hasil pembacaan probabilitas III	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sketsa pada drainase permukaan	6
Gambar 2.2	Susunan bagian pada perkerasan jalan	7
Gambar 2.3	Tumpukan sedimen terowongan drainase MUDP di bawah jembatan Sungai Denai	13
Gambar 2.4	Siklus hidrologi	15
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian	31
Gambar 3.2	Lokasi penelitian	32
Gambar 4.1	Grafik rekapitulasi kala ulang curah hujan	43
Gambar 4.2	Grafik nilai probabilitas uji smirnov kolmogorov	45
Gambar 4.3	Detail peta lokasi	46
Gambar 4.4	Skema detail saluran sekunder pada titik banjir	47

DAFTAR NOTASI

S	= Standar deviasi
G	= Faktor frekuensi
Cv	= Koefisien varians
Cs	= Koefisien skewness
Ck	= Koefisien skewness
X_t	= Curah hujan rencana (mm/hari)
\bar{x}	= Curah hujan maksimum rata-rata (mm/hari)
K_t	= Faktor frekuensi
X^2	= Parameter chi-kuadrat terhitung
E_f	= Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya
O_f	= Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama
Dk	= Derajat kebebasan
R_{24}	= Curah hujan maksimum dalam 24 Jam
Lh	= Panjang lintasan
S	= Kemiringan daerah saluran
T_c	= Waktu konsentrasi
I	= Intensitas curah hujan
Q_t	= Debit banjir rencana
C	= Koefisien aliran
I	= Kemiringan aliran
A	= Luas daerah aliran
S_f	= Slope saluran
K	= Koefisien kekasaran
n	= Jumlah data
α	= Nilai probabilitas kala ulang
E_{hi}	= Jumlah elevasi hulu
E_{hu}	= Jumlah elevasi hilir

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan suatu peristiwa dimana tingginya aliran sungai yang mengakibatkan air menggenangi wilayah dataran. Bencana banjir diukur dengan probabilitas terjadinya kerusakan yang secara umum disebut sebagai risiko banjir, atau dampaknya terhadap masyarakat seperti korban jiwa atau kerusakan material masyarakat. (Arif *et al.*, 2017).

Banjir merupakan salah satu bencana yang cukup sering terjadi di wilayah Indonesia pada musim hujan. Permasalahan banjir mengakibatkan kerugian secara materi, dan banjir menimbulkan kesan ketidaknyamanan dan mengganggu aktivitas sehingga mengganggu pertumbuhan kota. Banjir terdiri dari berbagai jenis banjir seperti banjir air, banjir cileuncang, banjir bandang, banjir rob, banjir lahar dingin dan banjir lumpur (Prastica *et al.*, 2017). Bencana banjir dapat diakibatkan oleh faktor alam dan juga disebabkan karena ulah manusia itu sendiri. Bencana banjir dapat juga disebabkan faktor-faktor akibat luapan sungai, sistem drainase yang buruk, dari rusaknya ekologis, yang didalamnya akibat pembabatan hutan, legal maupun ilegal dan lain-lain. (Prastica *et al.*, 2017)

Debit banjir merupakan banyaknya air yang mengakibatkan banjir yang mengalir per satuan waktu dari sumber mata air. Debit banjir diperoleh dari debit maksimum yang berguna untuk keperluan perencanaan penanggulangan banjir di masa mendatang. (Mayasari, 2017)

Debit banjir rencana adalah debit maksimum pada suatu sungai dengan periode ulang tertentu. Dalam menentukan debit banjir rencana diperlukan data antara lain data curah hujan, luas *catchment* area, dan data penutup lahan. Debit banjir rencana biasa didapatkan dengan beberapa metode. Dalam tugas akhir ini akan digunakan metode *empiris* yaitu hidrograf satuan untuk menghitung besarnya debit banjir. (Isa *et al.*, 2020)

Kerusakan yang disebabkan oleh banjir merupakan cerminan dari kurangnya kesiapan bencana. Hal ini dikarena kurangnya penyediaan infrastruktur dan

kurang matangnya tingkat perencanaan dalam pengelolaan wilayah yang terdampak bencana. Elemen berisiko adalah tingkat kemungkinan suatu elemen untuk mengalami dampak bahaya. Elemen-elemen tersebut dapat berupa penduduk, bangunan, pelayanan publik, kegiatan ekonomi, dan infrastruktur. (Arif *et al.*, 2017)

Fenomena alam yang sering terjadi di setiap musim penghujan di beberapa wilayah Indonesia yaitu banjir. Hampir setiap tahunnya di musim penghujan di Kota Medan tepatnya di Kecamatan Medan Denai, mengalami banjir. Banjir yang terjadi di Kecamatan Medan Denai menimbulkan banyak kerugian bagi masyarakat sekitar, seperti dapat merusak bangunan, merusak lahan pertanian, serta sarana dan prasarana.

Seiring dengan pertumbuhan penduduk perkotaan yang amat pesat di Provinsi Sumatera Utara khususnya Kota Medan, permasalahan drainase perkotaan semakin meningkat pula. Khususnya saluran drainase di Kecamatan Medan Denai, Kota Medan ditemukan sedimen yang menyebabkan drainase tidak berfungsi dengan semestinya. Ketinggian banjir lokal maupun banjir kiriman yang terjadi pada saat musim hujan mengakibatkan elevasi yang cukup tinggi. Sehingga, setiap musim penghujan di Kecamatan Medan Denai selalu tergenang banjir.

Hal yang perlu lebih ditingkatkan adalah pentingnya penataan dan peningkatan sistem jaringan drainase, khususnya di wilayah di Kecamatan Medan Denai yang perlu segera direalisasikan guna mengurangi atau bahkan menghilangkan masalah banjir atau genangan di kawasan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari rumusan masalah tersebut ruang lingkup pembahasan tugas akhir ini dibatasi pada:

1. Mengetahui beban drainase pada Jalan Pelajar Ujung, di Kecamatan Medan Denai, Kota Medan?
2. Berapa desain yang tepat untuk perencanaan drainase pada Jalan Pelajar Ujung, di Kecamatan Medan Denai, Kota Medan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian dari latar belakang tersebut ruang lingkup pembahasan Tugas akhir ini dibatasi pada:

1. Untuk mengetahui beban drainase di Jalan Pelajar Ujung, di Kecamatan Medan Denai, Kota Medan.
2. Untuk mengetahui desain perencanaan drainase pada Jalan Pelajar Ujung, di Kecamatan Medan Denai, Kota Medan.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan tujuan penelitian, maka penelitian ini bermanfaat untuk:

1. Untuk mengetahui desain perencanaan drainase untuk mengatasi banjir di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai, Kota Medan.
2. Sebagai bahan masukan kepada pihak pemerintah Kota Medan dalam melaksanakan operasi.
3. Sebagai bahan tambahan ilmu pengetahuan untuk mahasiswa jurusan teknik sipil pada khususnya serta mahasiswa jurusan lain pada umumnya mengenai perhitungan anggaran suatu proyek dan analisis kelayakan ekonomi suatu proyek.

1.5 Sistematika Penelitian

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan masalah, manfaat masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan landasan teori yang merupakan tinjauan pustaka, menguraikan teori yang mendukung judul penelitian, dan mendasari pembahasan secara detail.

- BAB 3 : METODE PENELITIAN**
Menjelaskan rencana atau prosedur yang dilakukan penulis untuk memperoleh jawaban yang sesuai dengan kasus permasalahan.
- BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN**
Menguraikan hasil pembahasan analisis mengenai penelitian yang dilakukan.
- BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN**
Berisi kesimpulan sesuai dengan analisis terhadap penelitian dan beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut yang lebih baik dimasa yang akan data.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Drainase

Sistem drainase bisa disebut sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Dirunut dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*), dan badan air penerima (*receiving waters*). Di sepanjang sistem drainase sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando, dan stasiun pompa. Pada sistem yang lengkap, sebelum masuk ke badan air penerima, air diolah dahulu di instalasi pengolahan air limbah (IPAL), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah memenuhi baku mutu tertentu yang dimasukkan ke bak air penerima, sehingga tidak merusak lingkungan.

Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini antara lain (Suripin,2004):

1. Mengeringkan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
2. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
3. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada
4. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian, yaitu :

1. Sistem Drainase Makro

Sistem drainase makro yaitu sistem saluran/badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*catchment area*). Pada umumnya sistem drainase makro ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama (*major system*) atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase primer, kanal-kanal atau sungai-sungai. Perencanaan drainase makro ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5 sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang detail mutlak diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini.

2. Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran di sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar. Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2, 5 atau 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada. Sistem drainase untuk lingkungan permukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro.

3. Sistem Drainase Jalan

Ditinjau dari fungsi dan tujuannya drainase jalan dibagi menjadi dua, yaitu: drainase permukaan (*surface drainage*) dan drainase bawah permukaan (*subsurface drainage*).

4. Drainase Permukaan

Sistem drainase permukaan berfungsi untuk mengendalikan limpasan air hujan di permukaan jalan dan dari daerah di sekitarnya agar tidak merusak konstruksi jalan seperti misalnya kerusakan akibat banjir yang melimpas di atas perkerasan jalan atau kerusakan pada badan jalan akibat erosi. Pada prinsipnya sistem drainase permukaan jalan terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut.



Gambar 2.1: Sketsa pada Drainase Permukaan

- Kemiringan melintang perkerasan dan bahu jalan
- Saluran samping (*side ditch*)
- Gorong-gorong (*culvert*)
- Saluran penangkap (*catch ditch*)

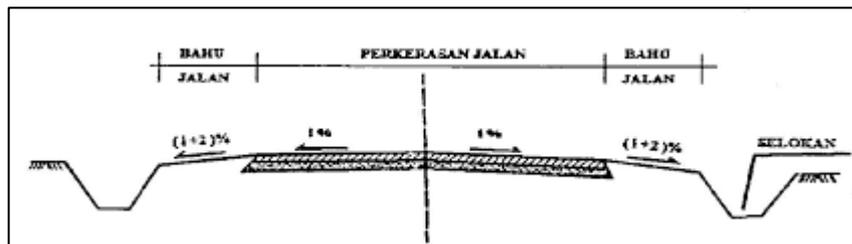
a. Kemiringan melintang perkerasan dan bahu jalan.

Supaya air hujan yang jatuh diatas permukaan jalan dapat segera dibuang ke saluran samping maka kemiringan melintang perkerasan dan bahu jalan harus memenuhi ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

- 1) Di daerah datar dan lurus:
 - a) Kemiringan perkerasan dan bahu jalan mulai dari tengah perkerasan dibuat menurun/melandai ke arah selokan samping.
 - b) Besarnya kemiringan bahu jalan diambil 2% lebih besar daripada kemiringan permukaan jalan.
 - c) Besarnya kemiringan normal pada perkerasan jalan dapat dilihat seperti pada tabel sbb:

Tabel 2.1: Ketentuan kemiringan normal pada jenis lapisan permukaan jalan.

No.	Jenis lapisan permukaan jalan	Kemiringan melintang normal (%)
1.	Aspal, beton	2-3
2.	Japat	4-6
3.	Kerikil	3-6
4.	Tanah	4-6



Gambar 2.2: Susunan bagian pada Perkerasan Jalan

2.2 Banjir

2.2.1 Pengertian Banjir

Bencana banjir merupakan kejadian alam yang dapat terjadi setiap saat dan sering mengakibatkan hilangnya nyawa serta harta benda. Kerugian akibat banjir dapat berupa kerusakan pada bangunan, kehilangan barang-barang berharga,

hingga kerugian yang mengakibatkan tidak dapat pergi bekerja dan sekolah. Banjir tidak dapat dicegah, tetapi bisa dikontrol dan dikurangi dampak kerugian yang ditimbulkannya. (Findayani, 2018)

Penelusuran banjir adalah perkiraan waktu dan besaran banjir di suatu titik aliran sungai dengan titik yang lain. Tujuan dari penelusuran banjir adalah untuk memperkirakan banjir jangka pendek dan memperkirakan kelakuan sungai setelah terjadi perubahan akibat pembangunan seperti pembangunan tanggul. (*Prastica et al.*, 2017)

2.2.2 Penyebab Banjir

Secara umum penyebab terjadi banjir disebabkan karena banjir yang disebabkan oleh faktor alami dan karena banjir yang disebabkan oleh tindakan manusia. Adapun banjir yang disebabkan oleh faktor-faktor alami, berupa curah hujan, pengaruh fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase yang tidak memadai dan pengaruh air pasang. Kemudian, banjir yang disebabkan oleh faktor manusia, berupa perubahan kondisi DAS, kawasan kumuh dan sampah, drainase lahan, kerusakan bangunan pengendali air, perencanaan sistem pengendalian banjir yang tidak tepat dan rusaknya hutan (Ramadhanis, 2017).

Saluran drainase merupakan salah satu upaya teknis yang dilakukan untuk menanggulangi kelebihan air pada suatu wilayah, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi agar fungsi lahan di wilayah tersebut tidak terganggu oleh air. Hal ini dapat diartikan bahwa pembuatan sistem drainase menjadi salah satu upaya untuk mencegah terjadinya banjir. Akan tetapi, saluran drainase yang telah dibangun tidak selamanya berhasil mengakhiri banjir yang terjadi di suatu wilayah.

Faktor penyebab banjir diantaranya perubahan tata guna lahan, pembuangan sampah, erosi dan sedimentasi, kawasan kumuh, sistem pengendali banjir yang tidak tepat, curah hujan tinggi, fisiografi sungai, kapasitas sungai yang tidak memadai, pengaruh air pasang, penurunan tanah, bangunan air, serta kerusakan bangunan pengendali banjir (Kodoatie dan Sjarif, 2006).

Penyebab terjadinya banjir pada dasarnya dapat dibedakan menjadi 4 (empat) faktor, yaitu : (Wulandari, 2021)

1. Sistem Drainase

Drainase adalah kemampuan tanah mengalirkan dan mengharuskan kelebihan air yang berada dalam tanah maupun permukaan tanah. Drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu. Drainase dapat juga diartikan sebagai usaha mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Jadi, drainase tidak hanya menyangkut air permukaan tapi juga air tanah.

2. Pengaruh Aktivitas Manusia

- a. Pemanfaatan dataran banjir yang digunakan untuk permukiman dan industri.
- b. Penggundulan hutan dan yang kemudian mengurangi resapan pada tanah dan meningkatkan larian tanah permukaan. Erosi yang terjadi kemudian bisa menyebabkan sedimentasi di terusan-terusan sungai yang kemudian mengganggu jalannya air.
- c. Permukaan di dataran banjir dan pembangunan di daerah dataran banjir dengan mengubah saluran-saluran air yang tidak direncanakan dengan baik. Bahkan tidak jarang alur sungai diurug untuk dijadikan permukiman. Akibatnya adalah aliran sungai saat musim hujan menjadi tidak lancar dan menimbulkan banjir.
- d. Membuang sampah sembarangan dapat menyumbat saluran-saluran air, terutama di perumahan-perumahan.

3. Kondisi Alam Yang Bersifat Tetap (Statis)

- a. Kondisi geografi yang berada pada daerah yang sering terkena badai atau siklon.
- b. Kondisi topografi yang cekung, yang merupakan dataran banjir.
- c. Kondisi alur sungai, seperti kemiringan dasar sungai yang datar, berkelok-kelok, timbulnya sumbatan atau berbentuk seperti botol (*bottle*

neck), dan adanya sedimentasi sungai membentuk sebuah pulau (ambal sungai).

4. Peristiwa Alam Yang Bersifat Dinamis
 - a. Curah hujan yang tinggi.
 - b. Terjadinya pembendungan atau arus balik yang sering terjadi di muara sungai atau pertemuan sungai besar.
 - c. Penurunan muka tanah atau amblesan setiap tahun akibat pengambilan air tanah yang berlebihan sehingga menimbulkan muka tanah menjadi lebih rendah.
 - d. Pendangkalan dasar sungai karena sedimentasi yang cukup tinggi.

2.2.3 Pengendalian Banjir

Pengendalian banjir (Kodoatie dan Syarief, 2006), merupakan suatu yang kompleks karena melibatkan banyak disiplin ilmu teknik di lapangan, serta berbagai ilmu kebijakan publik dan manajemen manusia di ranah perumusan. Selain itu, keberhasilan program pengendalian banjir juga amat bergantung pada aspek eksternal seperti sosial, ekonomi, lingkungan, institusi, kelembagaan, hukum, dan lainnya (Zainuri et al., 2021).

Analisa dalam pengendalian banjir ini adalah analisa hidrologi. Analisa hidrologi dimaksudkan untuk memperoleh besarnya debit banjir rencana. Debit banjir rencana merupakan debit maksimum rencana di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan stabilitas sungai. Dalam Analisa hidrologi ini berisi:

1. Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata DAS.
2. Analisis Frekuensi.
3. Perhitungan Debit Rencana. (Andriawan, 2021)

Saluran drainase yang ada di lingkungan perumahan padat penduduk merupakan sarana yang digunakan untuk mengalirkan air menuju pembuangan akhir. Drainase sendiri berarti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air ke daerah lain (Suripin, 2004). Air yang ada pada lingkungan perumahan merupakan air dari limbah rumah tangga maupun air hujan.

Konstruksi saluran drainase dapat dalam bentuk saluran terbuka dan saluran tertutup (Suripin, 2004). Saluran terbuka biasanya digunakan jika air yang mengalir merupakan air biasa yang bukan limbah berbahaya dan tidak berbau menyengat, sedangkan saluran tertutup digunakan untuk air limbah yang mengganggu lingkungan sekitar.

Konstruksi saluran drainase dapat dibangun dari berbagai bahan material sesuai dengan kebutuhan di lapangan. Sebagai contoh, untuk tipe saluran dari tanah asli yang dipadatkan maka dapat pula sebagai infiltrasi air ke dalam tanah. Namun, pada jenis tanah dengan kondisi kuat geser yang rendah maka tipe saluran ini memiliki kekurangan yaitu talud saluran menjadi mudah longsor. Untuk mengatasi hal ini maka dapat digunakan tipe saluran dari beton. Pada beberapa perumahan, umumnya merupakan saluran drainase terbuka sederhana dengan talud yang diberi perkuatan. Pada tipe saluran drainase terbuka seperti ini maka perlu diperhatikan perawatan secara berkala dikarenakan tumbuhnya tanaman dan rumput liar sehingga mengurangi daya tampung dan penyerapan air hujan. Permasalahan ini dapat memperparah kemungkinan terjadinya banjir. Bencana banjir yang terjadi dapat menimbulkan kerugian bagi masyarakat baik secara moril maupun materiil (Ramadhan et al., 2021).

2.2.4 Sejarah Banjir Di Kecamatan Medan Denai

Tabel 2.2: Berita Banjir Di Kecamatan Medan Denai.

No.	Tanggal Kejadian Banjir	Uraian	Foto
1.	12 Agustus 2020	Banjir tersebut akibat curah hujan yang tinggi yang terjadi sejak subuh hari dan memicu luapan parit yang tersumbat.	

Tabel 2.2: *Lanjutan*

No.	Tanggal Kejadian Banjir	Uraian	Foto
2.	01 September 2021	Hujan yang mengguyur Jalan Garuda 3, Perumnas Mandala, Kecamatan Medan Denai, berkisaran 60 menit membuat jalan terendam.	
3.	10 Maret 2022	Bobby Nasution meninjau langsung ke lokasi banjir di Jalan Menteng II, Kecamatan Medan Denai. Kondisi genangan banjir setinggi 20 hingga 30 cm.	

Banjir merupakan salah satu persoalan yang harus dihadapi secara tahunan khususnya di Kota Medan. Banjir di Kota Medan menjadi masalah serius bagi pemerintah Kota Medan. Tercatat pada Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Medan, banjir besar melanda Kota Medan terjadi pada Februari dan Juni 2022 lalu. Banjir tersebut diakibatkan oleh curah hujan tinggi. Banjir tersebut menenggelamkan hampir seluruh bagian dari Kota Medan. Banjir yang cukup tinggi dirasakan di daerah Kecamatan Medan Denai pada Juni 2022 lalu.



Gambar 2.3: Tumpukan Sedimen Terowongan Drainase MUDP Di Bawah Jembatan Sungai Denai
Sumber : (iNewsSumut.id)

Kondisi pada Gambar 2.3 adalah ditemukannya tumpukan sedimen di terowongan Drainase MUDP di bawah jembatan Sungai Denai, hal ini mempengaruhi aliran yang seharusnya melewati menjadi tertahan di saluran tersebut.

Berikut adalah tabel Musyawarah Perencanaan Pembangunan di Kecamatan Medan Denai.

Tabel 2.3: Musrembang di Kecamatan Medan Denai. *Sumber: (Musrembang.com).*

No.	Tanggal Usulan	Permasalahan	Sasaran Kegiatan	Detail Anggaran
1.	Sabtu, 5 Maret 2022 16:44:09 WIB	Pendangkalan Parit sehingga tidak mampu lagi menampung air apalagi pada saat hujan	Pendalaman Parit	<ul style="list-style-type: none"> • Volume : 520 meter • Harga Satuan : Rp 5.000.000 • Anggaran : Rp 2.600.000.000
2.	Sabtu, 5 Maret 2022 16:47:37 WIB	Pendangkalan parit sehingga tidak bisa menampung air lagi	Pendalaman Parit	<ul style="list-style-type: none"> • Volume : 520 meter • Harga Satuan : Rp 5.000.000 • Anggaran : Rp 2.600.000.00

				0
3.	Sabtu, 5 Maret 2022 16:50:10 WIB	Pendangkalan parit sehingga tidak dapat menampung lagi apabila terjadi hujan	Pendalaman Parit	<ul style="list-style-type: none"> • Volume : 500 meter • Harga Satuan : Rp 5.000.000 • Anggaran : Rp 2.500.000.00 0

2.3 Hidrologi

Perencanaan drainase memerlukan perhitungan analisis hidrologi untuk menentukan intensitas hujan sebagai salah satu pertimbangan dari proses penentuan debit rencana. Data yang termasuk analisis hidrologi diantaranya luas daerah tangkapan air serta besar dan frekuensi dari intensitas hujan rencana. Analisis hidrologi merupakan tahap yang penting dalam perencanaan drainase untuk menentukan jumlah besarnya aliran permukaan yang harus ditampung. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan dasar acuan dalam melakukan perencanaan ulang saluran drainase (Fajriyah & Wardhani, 2020).

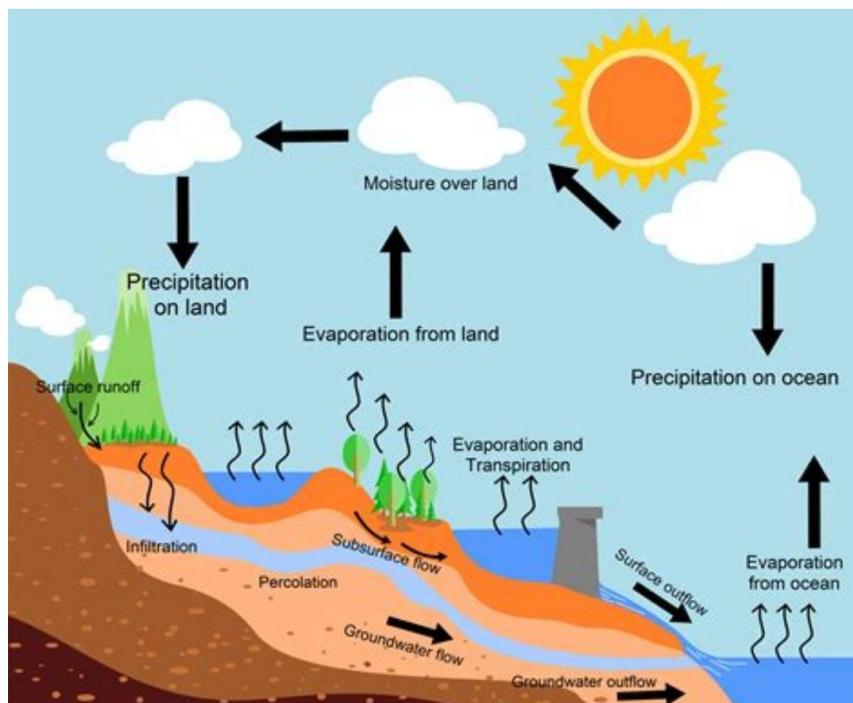
Analisis karakteristik hidrologi yang dipengaruhi oleh perubahan tutupan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan model hidrologi. Salah satu model hidrologi yang baik digunakan adalah model SWAT (*Soil and Water Assessment Tools*). Aplikasi model SWAT digunakan untuk menganalisa perubahan tutupan lahan terhadap kondisi debit aliran (Pribadi et al., 2020).

2.3.1 Siklus Hidrologi

Menurut Hisbulloh (1995), siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air dari laut. Uap yang dihasilkan dibawa oleh udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap air tersebut terkondensasi membentuk awan, dan pada akhirnya dapat menghasilkan presipitasi. Presipitasi yang jatuh ke bumi menyebar

dengan arah yang berbeda-beda dalam beberapa cara. Sebagian besar dari presipitasi tersebut untuk sementara tertahan pada tanah di dekat tempat ia jatuh, dan akhirnya dikembalikan lagi ke atmosfer oleh penguapan (*evaporasi*) dan pemeluhan (*transpirasi*) oleh tanaman.

Siklus hidrologi (*hydrological cycle*) merupakan proses pengeluaran air dan perubahannya menjadi uap air yang mengembun kembali menjadi air yang berlangsung terus menerus tiada henti-hentinya. Sebagai akibat terjadinya sinar matahari maka timbul panas. Dengan adanya panas ini maka air akan menguap menjadi uap air dari semua tanah, sungai, danau, telaga, waduk, laut, kolam, sawah dan lain-lain dan prosesnya disebut penguapan (*evaporation*). Penguapan juga terjadi pada semua tanaman yang disebut transpirasi (*transpiration*). Sirkulasi air dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara terus menerus. Siklus hidrologi memegang peran penting bagi kelangsungan hidup organisme bumi. Melalui siklus ini, ketersediaan air di daratan bumi dapat terjaga, mengingat teraturnya suhu lingkungan, cuaca, hujan, dan keseimbangan ekosistem bumi dapat tercipta karena proses siklus hidrologi ini.



Gambar 2.4: Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi atau daur air yang dikenal juga dengan istilah siklus air adalah sirkulasi air yang menggambarkan pergerakan molekul air (H₂O) dari atmosfer ke bumi dan sebaliknya, yang tidak pernah berhenti sehingga membentuk rangkaian melingkar perjalanan molekul air di bumi yang disebut siklus. Berikut tiga proses utama siklus air atau siklus hidrologi, yaitu :

1. Evaporasi/Transpirasi

Istilah evaporasi digunakan untuk menunjukkan proses penguapan air yang berasal dari laut, sungai, danau, dan badan air lainnya. Sedangkan transpirasi merupakan pelepasan molekul air sebagai hasil metabolisme dari tumbuh-tumbuhan. Pada prinsipnya keduanya sama karena merupakan proses perubahan zat cair menjadi gas yang akan berkumpul di atmosfer.

2. Kondensasi

Kondensasi adalah proses perubahan air dari gas menjadi cair, atau kita kenal dengan istilah pengembunan, yang merupakan kebalikan dari evaporasi atau penguapan. Pada siklus hidrologi, kondensasi terjadi di atmosfer akibat perubahan suhu dan tekanan. Akibat adanya kondensasi, air akan berkumpul membentuk awan hitam yang siap turun sebagai hujan ketika mencapai titik jenuh.

3. Presipitasi

Presipitasi merupakan produk dari kondensasi. Presipitasi dapat terjadi karena adanya pendinginan dan penambahan uap air, sehingga air yang membentuk awan mencapai titik jenuh. Semakin banyak uap air yang terbentuk di atmosfer, maka tetesan air yang ada di awan akan semakin banyak dan semakin berat. Ketika awan tidak mampu menampung banyaknya air yang terbentuk, maka air tersebut akan dikeluarkan dalam bentuk hujan.

Air akan turun dalam bentuk salju ketika suhu berada di bawah titik beku (0 derajat *Celcius* atau 32 derajat *Fahrenheit*). Karena rendahnya suhu ketika musim dingin, uap air di atmosfer akan terkondensasi menjadi es yang padat tanpa melalui tahap cair. Kristal es yang terbentuk akan menyerap dan membekukan uap air tambahan dari udara disekitarnya menjadi kristal salju yang kemudian jatuh ke bumi. (Nuha, 2021)

2.3.2 Macam-Macam Siklus Hidrologi

Secara umum siklus hidrologi dapat dibedakan menjadi 3 yaitu:

1. Siklus pendek

Penguapan terjadi pada permukaan laut, terjadi kondensasi, kemudian membentuk awan dan akhirnya terjadi hujan yang jatuh ke laut dan seperti ini siklus terjadi berulang-ulang.

2. Siklus sedang

Penguapan terjadi pada permukaan laut, terjadi kondensasi uap air terbawa angin, kemudian terbentuk awan diatas daratan, terjadi hujan di daratan, dan mengalir lagi ke laut melalui sungai di permukaan.

3. Siklus panjang

Penguapan terjadi pada permukaan laut, terjadi kondensasi, uap air terbawa angin dan membentuk awan diatas daratan hingga ke pegunungan tinggi, kemudian jatuh sebagai salju, terbentuk gletser, mengalir ke sungai dan kembali lagi ke laut.

2.3.3 Hidrolika

Hidrolika merupakan satu topik dalam Ilmu terapan dan keteknikan yang berurusan dengan sifat-sifat mekanis fluida, yang mempelajari perilaku aliran air secara mikro maupun makro. Mekanika Fluida meletakkan dasar-dasar teori hidrolika yang difokuskan pada rekayasa sifat-sifat fluida. Dalam tenaga fluida, hidrolika digunakan untuk pembangkit, kontrol, dan perpindahan tenaga menggunakan fluida yang dimampatkan. Topik bahasan hidrolika membentang dalam banyak aspek sains dan disiplin keteknikan, mencakup konsep-konsep seperti aliran tertutup (pipa), perancangan bendungan, pompa, turbin, tenaga air, hitungan dinamika fluida, pengukuran aliran, serta perilaku aliran saluran terbuka seperti sungai dan selokan.

Hidrolika juga merupakan bagian dari “hidrodinamika” yang terkait dengan gerak air atau mekanika aliran. Ditinjau dari mekanika aliran, terdapat dua macam aliran yaitu aliran saluran tertutup dan aliran saluran terbuka. Dua macam aliran tersebut dalam banyak hal mempunyai kesamaan tetapi berbeda dalam satu ketentuan penting. Perbedaan tersebut adalah pada keberadaan permukaan bebas, aliran saluran terbuka mempunyai permukaan bebas, sedangkan aliran saluran tertutup tidak mempunyai permukaan bebas karena air mengisi seluruh penampang saluran.

Dengan demikian aliran saluran terbuka mempunyai permukaan yang berhubungan dengan atmosfer, sedang aliran saluran tertutup tidak mempunyai hubungan langsung dengan tekanan atmosfer. Seperti yang telah diketahui, air mengalir dari hulu ke hilir, mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah (kecuali ada gaya atau tekanan yang menyebabkan aliran ke arah sebaliknya) sampai mencapai suatu elevasi permukaan air tertentu, misalnya: Permukaan air di danau dan Permukaan air di laut.

Perjalanan air dapat juga ditambah oleh bangunan-bangunan yang dibuat oleh manusia, seperti: Saluran Irigasi, Pipa, Gorong-gorong, talang, shypon, dan Saluran buatan yang lain atau kanal. Walau pada umumnya perencanaan saluran ditunjukkan untuk karakteristik saluran buatan, namun konsep hidraulikanya dapat juga diterapkan sama baiknya pada saluran alam.

Apabila saluran terbuka terhadap atmosfer, seperti sungai, kanal, gorong-gorong, maka alirannya disebut Aliran saluran terbuka atau Aliran permukaan bebas. Apabila aliran mempunyai penampang penuh seperti aliran melalui suatu pipa, disebut Aliran saluran tertutup atau Aliran penuh.

1. Jenis-jenis aliran : Berdasarkan waktu pemantauan adalah:

- a. Aliran Tunak (*Steady Flow*)
- b. Aliran Tak tunak (*unsteady Flow*)

Berdasarkan ruang pemantauan adalah:

- 1) Aliran Seragam (*Uniform flow*)
- 2) Aliran Berubah (*Varied flow*)

2. Karakteristik aliran

Tipe aliran	Kecepatan rata-rata	Kedalaman
<i>Steady, uniform</i>	$V = \text{konstan}$	$y = \text{konstan}$

<i>Steady, nonuniform</i>	$V = V(x)$	$y = y(x)$
<i>Unsteady, uniform</i>	$V = V(t)$	$y = y(t)$
<i>Unsteady, non uniform</i>	$V = V(x,t)$	$Y = y(x,t)$

3. Tipe aliran yang mungkin terjadi pada saluran terbuka adalah :
 - a. Aliran Berubah Cepat (*Rapidly Varied Flow*)
 - b. Aliran Berubah Lambat (*Gradually varied flow*)
4. Elemen Geometri
 - a. Luas penampang (A)
 - b. Lebar permukaan (B)
 - c. Keliling basah (P), dan
 - d. Jari-jari Hidraulik (R)

Yang dimaksud dengan penampang saluran adalah penampang yang diambil tegak lurus arah aliran, sedang penampang yang diambil vertikal disebut dengan penampang vertikal. Dengan demikian apabila dasar saluran terletak horisontal maka penampang saluran akan sama dengan penampang vertikal.

Bentuk-bentuk penampang terdiri dari:

1. Bentuk Penampang Trapesium
Bentuk penampang trapezium adalah bentuk yang biasa digunakan untuk saluran-saluran irigasi atau saluran-saluran drainase, karena mempunyai bentuk saluran alam, dimana kemiringan tebingnya menyesuaikan dengan sudut lereng alam dari tanah yang digunakan untuk saluran tersebut.
2. Bentuk Penampang Persegi Empat atau Segitiga
Bentuk ini merupakan penyederhanaan dari bentuk trapezium yang biasanya digunakan untuk saluran-saluran drainase yang melalui lahan-lahan yang sempit.
3. Bentuk Penampang Lingkaran
Bentuk ini biasanya digunakan pada perlintasan jalan, saluran ini biasa disebut gorong-gorong.

Di dalam praktek, faktor penting dalam studi hidraulika adalah kecepatan V atau debit aliran Q . Dalam hitungan praktis, rumus yang banyak digunakan adalah persamaan kontinuitas, $Q = AV$, dengan A adalah tampang aliran. Apabila kecepatan dan tampang aliran diketahui, maka debit aliran dapat dihitung. Demikian pula jika kecepatan dan debit aliran diketahui maka dapat dihitung luas

tampang aliran yang diperlukan untuk melewati debit tersebut. Dengan kata lain dimensi pipa atau saluran dapat ditetapkan. Biasanya debit aliran ditentukan oleh kebutuhan air yang diperlukan oleh suatu proyek (kebutuhan air minum suatu kota atau untuk irigasi, debit pembangkitan tenaga listrik, dan sebagainya) atau debit yang terjadi pada proyek tersebut (debit aliran melalui sungai). Dengan demikian besarnya debit aliran adalah sudah tertentu. Berarti untuk bisa menghitung tampang aliran A , terlebih dahulu harus dihitung kecepatan V .

2.3.4 Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum

Tujuan analisis frekuensi curah hujan adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Analisis Frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sedangkan, kala ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut (Suripin,2004).

Untuk analisis diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakaran hujan, baik secara manual maupun otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan di masa lalu.

2.4 Curah Hujan

Provinsi Sumut merupakan salah satu provinsi yang terletak di Pulau Sumatera Bagian Utara dengan koordinat 1° – 4° LU dan 98° – 100° BT. Kondisi geografis Sumut cukup strategis karena terletak di sekitar garis ekuatorial, dilalui oleh pegunungan Bukit Barisan dan diapit oleh Selat Malaka dan Samudera Hindia. Hal ini menyebabkan kondisi iklim curah hujan Sumut memiliki

karakteristik iklim yang dipengaruhi oleh iklim global seperti fenomena *Indian Ocean Dipole (IOD)*, *Intertropical Convergence Zone (ITCZ)*, *Madden Julian Oscillation (MJO)*, maupun *El Niño Southern Oscillation (ENSO)*. Selain itu, faktor iklim skala regional seperti monsun, gangguan tropis, serta daerah konvergensi juga mempengaruhi kondisi iklim di daerah tersebut. Pada skala lokal, pertumbuhan awan dan hujan mendapat pengaruh dari kondisi alam tersebut dan juga mendapat pengaruh dari pergerakan semu matahari.

Mengingat kondisi topografi Sumatera Utara yang cukup kompleks karena terdiri dari pegunungan, pesisir, dataran tinggi, dan dataran rendah, maka analisis karakteristik curah hujan terhadap topografi menjadi topik yang menarik untuk dibahas. *Variabilitas* curah hujan juga berdampak pada bidang pertanian yang secara tidak langsung juga berpengaruh kepada keamanan bahan pangan, kesejahteraan kehidupan dan ekonomi sosial di masyarakat. Informasi mengenai pola cuaca dan iklim curah hujan akan sangat membantu dalam proses perencanaan dan kegiatan cocok tanam yang dilakukan di wilayah Sumut dengan kondisi topografi yang beragam. Perbedaan kondisi lokasi dan topografi akan menyebabkan kondisi cuaca maupun iklim menjadi berbeda. Dengan demikian, kajian ini akan membahas mengenai *variabilitas* karakteristik curah hujan di wilayah Sumut terkait dengan perbedaan topografi wilayahnya. Hasil penelitian ini diharapkan mampu menjelaskan mengenai karakteristik curah hujan di wilayah Sumut pada topografi yang berbeda (Prasetyo et al., 2018).

2.4.1 Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu Konsentrasi untuk saluran air hujan daerah perkotaan terdiri dari waktu yang diperlukan oleh limpasan untuk mengalir di permukaan tanah untuk mencapai saluran terdekat (t_o) dan waktu pengaliran dalam saluran ke titik yang dimaksud (t_d). Maka untuk menghitung waktu konsentrasinya adalah sebagai berikut :

Waktu Konsentrasi :

$$T_o = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right]^{0,167} \quad (2.1)$$

$$T_d = \frac{L_s}{60 \times v} \quad (2.2)$$

$$T_c = T_o \text{ dan } T_d \quad (2.3)$$

L = Panjang Lintasan Aliran diatas Permukaan Lahan (m)

L_s = Panjang Lintasan Aliran di dalam Saluran (m)

S = Kemiringan Saluran

n = Angka Kekasaran *Manning*

V = Kecepatan Aliran di dalam Saluran (m/detik)

Tabel 2.4: Harga n untuk Rumus *Manning* (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No. 008/T/BNKT/1990).

No.	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
1.	Saluran Tanah, Lurus Teratur	0,017	0,020	0,023	0,25

Tabel 2.4: *Lanjutan*

No.	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
2.	Saluran Tanah yang dibuat dengan Excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
3.	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,023	0,030	0,033	0,035
4.	Sakuran pada dinding batuan, tidak lurus, teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5.	Seluruh batuan yang dibedakan ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
6.	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7.	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
8.	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150
9.	Bersih lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
10.	Melengkung bersih, berlubang dan berdinding pasir	0,033	0,035	0,040	0,045
11.	Seperti no 9 tapi ada	0,030	0,033	0,035	0,040

	tumbuhan atau kerikil				
12.	Seperti no 10, dangkal tidak teratur	0,040	0,045	0,050	0,055
13.	Seperti no 10 berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,045	0,045	0,050
14.	Seperti no 12, sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
15.	Aliran pemalan banyak tumbuhan dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
16.	Saluran pasangan batu tanpa finishing	0,025	0,030	0,033	0,035
17.	Seperti no 16 tapi dengan finishing	0,017	0,020	0,025	0,030
18.	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19.	Saluran beton, halus dan Rata	0,010	0,011	0,012	0,013

Tabel 2.4: *Lanjutan*

No.	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
20.	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
21.	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,016	0,018

2.4.2 Intensitas Curah Hujan

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi. Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Dalam analisa digunakan curah hujan rencana, hujan rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, kemudian intensitas ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana. Untuk berbagai kepentingan perancangan drainase tertentu data hujan yang diperlukan tidak hanya data hujan harian, tetapi juga distribusi jam atau menit. Hal ini akan membawa konsekuen dalam pemilihan data, dan dianjurkan untuk menggunakan data hujan hasil pengukuran dengan alat ukur otomatis. Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang (*return period*) yang

dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Menurut pengalaman, penggunaan periode ulang untuk perencanaan:

1. Saluran kuartier : Periode ulang 1 tahun
2. Saluran tersier : Periode ulang 2 tahun
3. Saluran sekunder : Periode ulang 5 tahun
4. Saluran primer : Periode ulang 10 tahun

Dalam pemilihan suatu teknik analisis penentuan banjir rencana tergantung dari data-data yang tersedia dan macam dari bangunan air yang akan dibangun (Soewarno, 1995).

2.4.3 Analisis Intensitas Curah Hujan

Langkah terakhir untuk menghitung intensitas curah hujan adalah memilih metode perhitungan intensitas curah hujan yang akan digunakan. Pemilihan ini dimaksudkan untuk menentukan persamaan intensitas curah hujan untuk daerah penelitian.

1. Metode *Mononobe*

$$I = \frac{R_{24}}{Z_4} \left[\frac{Z_4}{t_c} \right]^{2/3} \quad (2.4)$$

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam).

t = lamanya hujan (jam).

R₂₄ = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm).

Rumus mononobe sering digunakan di Jepang, digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan setiap berdasarkan data curah hujan harian.

2. Metode *Van Breen*

$$I_T = \frac{54R_T + 0,007 R_T^2}{t + 0,31 R_T} \quad (2.5)$$

Dimana :

I_T = Intensitas hujan (mm/jam) pada Periode Ulang Hujan (PUH) selama waktu hujan (t),

t = durasi waktu hujan (menit), dan

R_T = Curah hujan harian maksimum PUH tahunan (mm/24 jam).

3. Metode *Hasper Der Weduwen*

$$R_T = X_T \left[\frac{1218 t + 54}{X_T(1-t) + 1272 t} \right] \quad (2.6)$$

$$R = \sqrt{\frac{11300}{t+3,12} \left[\frac{Rt}{100} \right]}$$

Setelah mendapatkan nilai dari persamaan diatas kemudian dihitung intensitas curah hujan dengan persamaan berikut ini:

$$I = \frac{R}{t} \quad (2.7)$$

Dimana:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R = Curah hujan (mm).

2.5 Jenis Pada Aliran

Aliran fluida dapat dibagi menjadi pola yang berbeda berdasarkan variasi parameter aliran dengan mempertimbangkan waktu dan jarak. Ketika air mengalir melalui suatu titik atau jalur, terdapat berbagai parameter yang terkait dengan aliran fluida berubah dalam pola yang berbeda.

Aliran fluida diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis berdasarkan sifatnya dan juga lingkungan sekitarnya. Adapun aliran fluida secara umum diklasifikasikan menjadi 6 jenis yaitu :

1. Aliran fluida *steady* (stabil)

Aliran fluida *steady* (stabil) adalah aliran yang kondisi (kecepatan, tekanan, dan penampang) dapat bervariasi dari satu titik ke titik lainnya, tetapi tidak berubah seiring waktu. Namun pada kenyataannya, sangat jarang aliran seperti itu dengan parameter yang benar-benar konstan dari waktu ke waktu. Parameter biasanya berubah seiring waktu tetapi berada dalam kisaran yang kecil sehingga rata-rata parameter tertentu tetap konstan selama jangka waktu tertentu.

2. Aliran fluida *unsteady* (Tidak Stabil)

Aliran fluida *unsteady* (Tidak Stabil) adalah aliran pada suatu titik fluida dimana kondisinya berubah seiring waktu, sehingga aliran tersebut dikatakan tidak stabil. Dalam praktiknya selalu ada sedikit perbedaan dalam kecepatan dan tekanan, tetapi jika nilai rata-rata konstan, aliran dianggap konstan.

3. Aliran fluida *Uniform* (Seragam)

Aliran fluida *Uniform* (Seragam) adalah aliran fluida jika parameter aliran tetap konstan dengan jarak sepanjang jalur aliran. Untuk aliran yang seragam, luas penampang aliran harus tetap konstan. Jadi contoh aliran fluida seragam adalah aliran fluida melalui pipa dengan diameter yang konstan.

4. Aliran fluida *Non-Uniform* (Tidak Seragam)

Aliran fluida tidak seragam adalah aliran fluida yang terjadi jika parameter aliran berubah dan divariasikan pada titik yang berbeda pada jalur aliran fluida. Dalam kenyataannya setiap fluida yang mengalir di dekat suatu batas padat akan menjadi tidak seragam karena fluida pada batas tersebut pasti mempunyai kecepatan batas, biasanya nol. Namun biasanya aliran fluida dapat diasumsikan seragam jika bentuk dan ukurannya penampang aliran fluida adalah konstan.

5. Aliran *Laminar*

Aliran fluida laminar adalah jenis aliran di mana partikel fluida bergerak di sepanjang jalur atau aliran yang ditentukan dengan baik, dan semua garis aliran lurus dan paralel. Dalam aliran ini, lapisan fluida bergerak sejajar satu sama lain dan tidak saling bersilangan.

6. Aliran *Turbulent*

Aliran *Turbulen* adalah jenis aliran di mana partikel fluida bergerak secara acak. Karena pergerakan partikel fluida tersebut, sehingga terbentuk pusaran yang berpotensi mengurangi energi pada fluida. Tegangan geser pada aliran turbulen lebih tinggi dari pada aliran laminar. Dengan peningkatan kecepatan aliran, gaya awal meningkatkan Bilangan Reynolds. Untuk aliran sedang, bilangan Reynolds di bawah 2000 dan untuk aliran turbulen, di atas 2300. Untuk zona transisi antara kedua jenis, bilangan Reynolds bervariasi antara 2000–4000.

2.5.1 Debit Aliran

Debit aliran diberi notasi Q , adalah jumlah air mengalir melalui tampang lintang tiap satu satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam meter kubik per

detik (m^3/det). Debit, dengan distribusinya dalam ruang dan waktu, merupakan informasi penting yang diperlukan dalam perencanaan bangunan air dan pemanfaatan sumber daya air. Dalam hal yang pertama, parameter yang diukur adalah tampang lintang, elevasi muka air dan kecepatan aliran. (Yendri et al., 2019)

2.5.2 Kecepatan Aliran Rata-rata

Menurut SNI 8066:2015, kecepatan aliran rata-rata di suatu bagian penampang basah diperoleh dari hasil pengukuran kecepatan rata-rata dari titik kedalamannya. Kecepatan aliran rata-rata di suatu vertikal diperoleh dari hasil pengukuran kecepatan aliran satu, dua atau tiga titik, yang pelaksanaannya tergantung pada kondisi aliran, kedalaman aliran, lebar aliran dan sarana yang tersedia. Jenis cara pengukuran kecepatan aliran rata-rata tersebut dan dihitung dengan:

1. Pengukuran kecepatan aliran satu titik, dilaksanakan pada 0,6 kedalaman (d) atau 0,2 d dari permukaan air, dengan ketentuan sebagai berikut.
 - a. Pada 0,6 d, dilaksanakan apabila kedalaman air kurang dari 0,75 m.
 - b. Pada 0,6 d dari permukaan air, juga dilakukan untuk mengukur debit banjir apabila cara pengukuran pada 0,2 d dan 0,8 d tidak dapat dilaksanakan karena aliran berubah cepat sehingga waktu yang tersedia relatif pendek.
2. Pengukuran kecepatan aliran dua titik, dilaksanakan pada 0,2 d dan 0,8 d dari permukaan air apabila kedalaman air $> 0,75$ m.
3. Pengukuran kecepatan aliran tiga titik, dilaksanakan pada titik 0,2 d, 0,6 d dan 0,8 d dari permukaan air.

2.5.3 Aspek-Aspek Studi Kelayakan

Analisa data menggunakan pendekatan kuantitatif, yang dibagi berdasarkan aspek finansial (ekonomi) dan aspek non finansial (lingkungan). Kriteria kelayakan aspek ekonomi meliputi NPV (*Net Present Value*), IRR (*Internal Rate of Return*), dan PP (*Payback Period*), sedangkan aspek lingkungan difokuskan

pada umur pakai TPA. Dari aspek ekonomi, penghitungan awal berupa besaran investasi, kemudian besaran penerimaan dan pengeluaran sehingga diperoleh laba setelah dikurangi pajak 12,5%. (Lingkungan et al., 2020)

2.6 Drainase

Drainase merupakan serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk membuang kelebihan air atau mengurangi air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air.

Drainase permukiman merupakan sistem jaringan drainase yang berfungsi mengalirkan air berlebihan yang terdapat pada suatu kawasan permukiman dan digunakan untuk menjaga agar lingkungan tersebut tidak tergenang oleh air hujan. Saluran drainase merupakan hal yang sangat penting dalam sebuah pembangunan, baik itu rumah tinggal, gedung, atau bangunan yang lain. (Sekar & Malang, 2020)

2.6.1 Jenis-jenis Drainase

Ada beberapa jenis drainase yang biasa digunakan di kawasan perumahan maupun di tempat-tempat lain. Drainase ini dikelompokkan berdasarkan pembuatannya, peletakannya, fungsinya, konstruksi, dan wilayahnya. Jenis drainase yang dapat dibangun pada kawasan perumahan berwawasan lingkungan antara lain sebagai berikut : (Salim, 2018)

1. Drainase Saluran

Fungsi saluran ini adalah untuk mengalirkan limpasan air hujan ke badan peresap. Tujuannya adalah untuk menjaga keseimbangan sistem tata air di lingkungan. Persyaratan umum drainase saluran adalah (1) air yang masuk adalah air hujan yang tidak tercemar, bukan air limbah (2) mampu mengalirkan serta meresapkan sebagian air hujan kedalam tanah dengan kecepatan tertentu (3) dipasang diatas tanah yang stabil.

Pembangunan drainase saluran sangat erat kaitannya dengan kemampuan struktur saluran dalam meresapkan air. Untuk mendapatkan rancangan struktur saluran ini diperoleh melalui serangkaian hitungan hidrologis sebagai berikut :

a. Analisa Debit Limpasan

Analisa Hidrologi atau analisis curah hujan dalam perencanaan sistem jaringan drainase ini bertujuan untuk mendapatkan nilai curah hujan maksimum yang terjadi selama 24 jam (R24). Nilai R24 yang dipergunakan dalam kebutuhan analisis sistem drainase permukiman menurut Petunjuk Teknis Penyediaan Prasarana Drainase Kawasan Perumahan dari Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah adalah nilai R24 pada periode ulang tahun (PUH) 2 tahun.

b. Analisa Intensitas

Hujan Intensitas hujan adalah tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui nilai intensitas hujan yang akan diterima oleh saluran – saluran drainase pada kawasan perumahan.

c. Analisa Perhitungan Debit Limpasan

Air limpasan/ larian (*run off*) adalah bagian dari curah hujan yang mengalir diatas permukaan tanah menuju sungai, danau, dan lautan. Air hujan yang tidak sempat masuk kedalam tanah dan oleh karenanya mengalir diatas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah. Air larian berlangsung ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi air kedalam tanah. Analisa ini dilakukan untuk mendapatkan debit limpasan (*run off*) sebagai masukan untuk arahan sistem drainase permukiman yang berwawasan lingkungan di kawasan perumahan.

d. Penggunaan Bahan Saluran Lolos Air

Penggunaan bahan saluran yang mampu meloloskan air hujan pada dasarnya harus tetap mengacu kepada persyaratan teknis hidrolis saluran terutama dilihat dari indikator kecepatan pengaliran dengan batas minimum 0,6 meter/detik sampai dengan batas maximum 3,0 meter/detik. Bahan saluran yang biasa digunakan adalah pasangan batu kali.

2. Drainase Sumuran / Sumur Resapan Air Hujan

Sumur resapan air hujan adalah salah satu rekayasa teknik konservasi air berupa bangunan yang dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk sumur gali dengan kedalaman tertentu yang berfungsi sebagai tempat menampung air hujan yang jatuh diatas atap rumah atau daerah kedap air dan

meresapkannya ke dalam tanah. Sumur resapan air hujan berfungsi memberikan imbuhan air secara buatan dengan cara menginjeksikan air hujan kedalam tanah.

Manfaat sumur resapan adalah :

- a. Mengurangi aliran permukaan sehingga dapat mencegah / mengurangi terjadinya banjir dan genangan air
- b. Mempertahankan dan meningkatkan tinggi permukaan air tanah.
- c. Mengurangi erosi dan sedimentasi
- d. Mengurangi/menahan intrusi air laut bagi daerah yang berdekatan dengan kawasan pantai.
- e. Mencegah penurunan tanah (*land subsidence*)
- f. Mengurangi konsentrasi pencemaran air tanah.

Berbagai jenis konstruksi sumur resapan adalah :

- a. Sumur tanpa pasangan di dinding sumur, dasar sumur tanpa diisi batu belah maupun ijuk (kosong).
- b. Sumur tanpa pasangan di dinding sumur, dasar sumur diisi dengan batu belah dan ijuk.
- c. Sumur dengan susunan batu bata, batu kali atau batako di dinding sumur, dasar sumur diisi dengan batu belah dan ijuk atau kosong.
- d. Sumur menggunakan buis beton di dinding sumur.
- e. Sumur menggunakan batu cadas yang dibentuk khusus untuk dinding sumur.

Konstruksi – konstruksi tersebut memiliki keunggulan dan kelemahan masing – masing, pemilihannya tergantung pada keadaan batuan / tanah (formasi batuan dan struktur tanah). (Salim, 2018)

2.6.2 Kegunaan Saluran Drainase

Sistem drainase yang buruk dan tidak berfungsi dengan baik akan mendatangkan bencana bagi masyarakat di sekitarnya. Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini adalah untuk mengeringkan daerah tergenang dimana genangan air tersebut tidak ada akumulasi air tanah, menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal, mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada, mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak

terjadi bencana banjir. (Yulius, 2018)

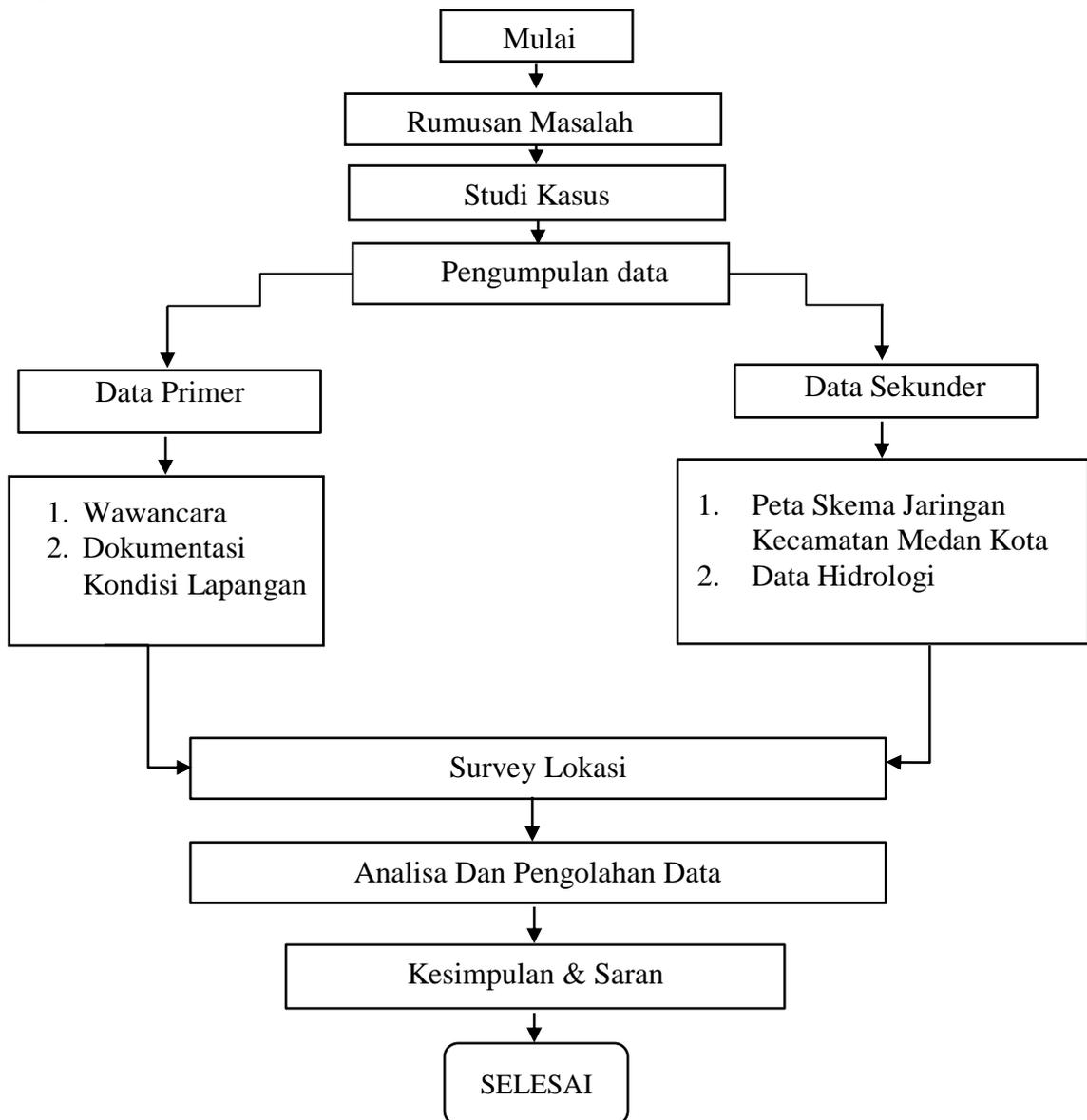
Betapa banyak fungsi drainase, inilah beberapa di antaranya:

1. Membebaskan suatu area dari genangan air, banjir, maupun erosi, terutama pada daerah yang memiliki kepadatan penduduk tinggi.
2. Mengurangi risiko terjadinya penyakit akibat buruknya sanitasi di daerah tersebut, seperti demam berdarah, malaria, disentri, dan penyakit lain yang disebabkan kurang sehatnya lingkungan permukiman tersebut.
3. Membuat sistem tata guna lahan dengan kualitas yang baik dan optimal, serta mengurangi kerusakan struktur tanah akibat pembangunan jalan atau karena bangunan lain.
4. Melindungi alam dan lingkungan, seperti tanah, kualitas udara, dan kualitas air.
5. Memperpanjang umur ekonomis sarana-sarana fisik, seperti jalan, kawasan permukiman.
6. Konservasi sumber daya air.

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

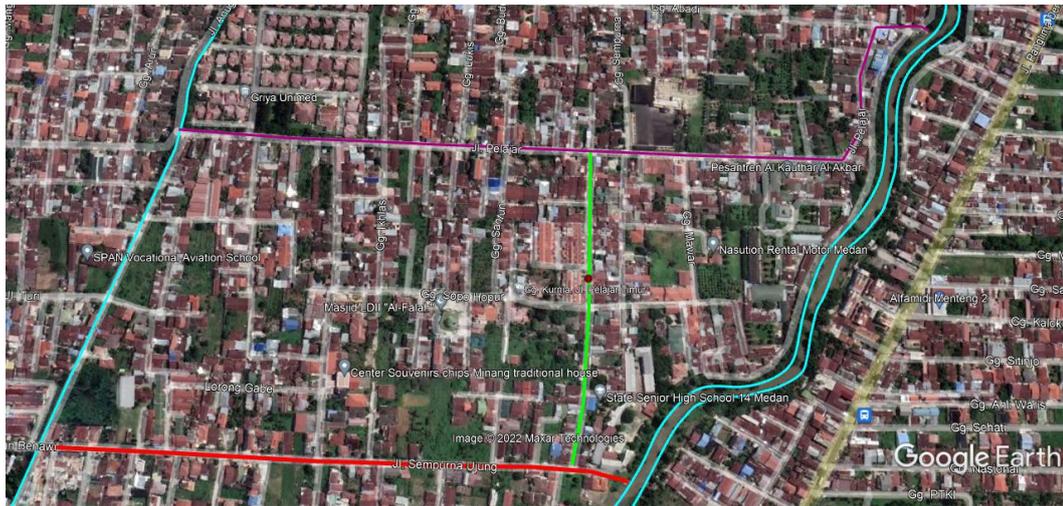
Bagan alir dalam penelitian ini bertujuan untuk mempermudah dalam melakukan penelitian dan analisa data. Bagan alir dalam penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dalam tugas akhir ini diperlukan untuk mengumpulkan informasi terkait daerah dan lingkungan penelitian. Lokasi penelitian dilakukan di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai, Kota Medan.



Gambar 3.2: Lokasi Penelitian

3.3 Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data yakni:

1. Data primer didapat langsung dari lapangan dengan cara melakukan peninjauan atau pengamatan survei lapangan. Data yang diambil juga meliputi wawancara kepada masyarakat disekitar lokasi.
2. Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari hasil penelitian yang sudah ada.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer

Dalam melaksanakan penelitian ini, dibutuhkan metode penelitian sebagai berikut:

a. Menentukan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan secara langsung dengan turun ke lapangan di

titik-titik di sepanjang Jalan Pelajar Ujung.

b. Wawancara

Pengumpulan data dalam penelitian ini dengan melakukan wawancara dalam bentuk mengajukan pertanyaan-pertanyaan atau diskusi dengan pihak warga setempat. yang mengandung pengalaman, sikap, dan pendapat pribadi dari informan. Sebelum dilaksanakannya wawancara, penjelasan secara ringkas tanpa mengarahkan opini informan harus dilakukan oleh pewawancara atau peneliti. Wawancara pada penelitian ini dilaksanakan di sekitaran Jalan Pelajar Ujung. Dalam wawancara ini peneliti mewawancarai 30 orang warga sekitar dengan membagikan kuesioner.

Tabel 3.1: Tabel kuesioner.

No.	Pertanyaan	Tanggapan
1.	Nama	
2.	Umur	
3.	Berapa kali banjir dalam setahun	
4.	Ketinggian banjir yang terjadi	
5.	Lama terjadi genangan banjir	

c. Metode analisa

Dalam penelitian ini menggunakan metode analisa yaitu analisa hidrologi dan hidrolika.

3.5 Alat yang Digunakan

Dalam pelaksanaan penelitian ini, alat yang digunakan sebagai berikut:

1. Meteran
2. Alat Tulis
3. Kamera
4. GPS

3.6 Pengolahan Data

Setelah data yang dibutuhkan telah diperoleh, maka selanjutnya data tersebut akan diolah. Pada tahap pengolahan data akan diketahui hasil dari rumusan masalah dan akan diketahui.

Pertama menganalisa data sekunder yaitu dengan menghitung curah hujan rata-rata dan menganalisa curah hujan rencana. Selanjutnya intensitas curah hujan rencana dihitung. Data dimensi dan bentuk drainase ditinjau langsung ke lapangan yaitu pada daerah Jalan Pelajar Ujung. Debit maksimum dari saluran drainase dihitung. Setelah data sekunder dianalisis, maka langkah berikutnya yaitu mengevaluasi masing-masing nilai yang dihasilkan dari analisis data sekunder (analisis hidrologi). Saluran drainase dikatakan banjir apabila nilai debit banjir rencana hasil analisis lebih besar dari pada nilai debit maksimum saluran drainase yang dihitung dengan *slope area* metode persamaan *manning* (analisis hidrolika).

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data selama 10 tahun kebelakang yang di peroleh dari Stasiun Geofisika Deli Serdang jalan Tuntungan.

Tabel 4.1: Data curah hujan maksimum stasiun sampali (mm/hari). *Sumber: BMKG Sampali*

Tahun	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Maks
2012	27	48	40	65	72	13	55	35	45	45	55	31	72
2013	35	65	42	64	27	38	55	42	37	69	29	110	110
2014	17	44	40	50	68	48	33	75	57	36	120	160	160
2015	45	17	-	15	56	6	86	35	60	82	85	33	86
2016	36	85	10	16	39	48	77	54	88	49	57	43	88
2017	37	53	38	44	34	70	33	83	35	82	79	120	120
2018	22	40	18	70	35	35	47	31	49	125	64	98	125
2019	25	70	-	39	135	17	23	68	90	44	46	52	135
2020	82	22	106	97	121	40	77	50	55	46	44	34	121
2021	96	96	18	24	35	34	47	97	53	80	125	100	125

4.1.1 Pengurutan Data Curah Hujan Dari Terbesar hingga Terkecil

Tabel 4.2: Urutan data curah hujan dari yang terbesar hingga terkecil.

NO	Xi (mm)			
1	160			
2	135			
3	125			
4	125			
5	121			
6	120			
7	110	Nilai Maksimum	Xmax =	160
8	88	Nilai Minimum	Xmin =	72
9	86	Nilai Rata-Rata	Xr =	123
10	72	JUMLAH	Xsum =	1230

4.1.2 Harga Parameter Statistik

Tabel 4.3: Perhitungan untuk harga parameter statistik.

No	Curah Hujan (xi) Mm	xi-xr	(xi-xr) ²
1	160	41	1.690,12
2	135	16	259,57
3	125	6	37,35
4	125	6	37,35
5	121	2	4,46
6	120	1	1,23
7	110	-9	79,01
8	88	-31	954,12
9	86	-33	1.081,68
10	72	-33	1.081,68
Jumlah	1070		5.227
Rata-Rata (xr)	118,888889		

1. Menghitung koefisien

a. Standar deviasi

Standar deviasi adalah nilai statistik yang dimanfaatkan untuk menentukan bagaimana sebaran data dalam sampe

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (xi-xr)^2}{n-1}} \quad (4.1)$$

Dimana:

s = Standar deviasi

xi = Nilai x ke i

xr = Nilai rata-rata

n = banyaknya data

$$s = \sqrt{\frac{\sum_1^{10} (4113-411,3)^2}{9}}$$

$$s = 87,32830774$$

b. Koefisien varians

Koefisien varians (C_v) suatu sistem perbandingan antara simpangan standar dengan nilai hitung rata-rata.

Rumus:

$$C_v = \frac{S}{x_r} \cdot 100\% \quad (4.2)$$

Dimana:

C_v = koefisien varians

S = standar deviasi

x_r = nilai rata-rata

$$C_v = \frac{87,32830774}{411,3} \cdot 100\%$$

$$C_v = 4,709813011$$

c. Koefisien *Skewness*

Koefisien *Skewness* (ukuran kemiringan) C_s adalah ukuran kemiringan dari suatu distribusi data menurut kurvanya untuk mengetahui derajat taksimetri suatu model.

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \left(\frac{\sum (x_i - x_r)^3}{S^3} \right) \quad (4.3)$$

Dimana:

C_s = Koefisien skewness

x_i = Nilai x ke i

x_r = nilai rata-rata

S = standar deviasi

n = banyaknya data

$$C_s = \frac{10}{(10-1)(10-2)} \left(\frac{7233258}{665986,0515} \right)$$

d. Koefisien *Kurtosis*

Koefisien kurtosis C_k adalah derajat kepuncakan dari suatu distribusi, biasanya diambil relative terhadap distribusi normal.

$$C_k = \left\{ \frac{(n)(n+1) \sum (x_i - x_r)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)} \quad (4.4)$$

Dimana:

C_k = Koefisien skewness

x_i = Nilai x ke i

x_r = nilai rata-rata

S = standar deviasi

N = banyaknya data

$$C_k = \left\{ \frac{(10)(10+1)1849113112}{(10-1)(10-2)(10-3)58159434,85} \right\} - \frac{3(10-1)^2}{(10-2)(10-3)}$$

$$C_k = 2,59985108$$

2. Distribusi Normal

Dapat dilihat dari Tabel 4.4 untuk kemudian mengetahui besarnya curah hujan yang diharapkan berulang setiap t tahun adalah menggunakan rumus sebagai berikut:

$$X_t = \bar{x} + K_t \times S \quad (4.5)$$

Dimana:

X_t = Curah Hujan Rencana (mm/hari)

\bar{x} = Curah Hujan Maksimum rata-rata (mm/hari)

S = Standar Deviasi

K_t = Faktor Frekuensi

Perhitungan selengkapnya pada Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4: Analisa curah hujan rencana dengan distribusi normal.

Kala Ulang	X_r	K_t	S	X_t
2	411,3	-1,338106977	22,76205419	118,89
5	411,3	-0,721394422	22,76205419	138,04
10	411,3	-0,369550974	22,76205419	148,06
20	411,3	-0,067770169	22,76205419	156,34
25	411,3	0,021755482	22,76205419	158,75
50	411,3	0,281632623	22,76205419	165,65
100	411,3	0,519337259	22,76205419	171,85

3. Distribusi Gumbel

Setelah nilai standar deviasi diperoleh, dilakukan perhitungan untuk mencari besarnya curah hujan yang diharapkan berulang setiap t tahun (mm).

Untuk data curah hujan yang banyaknya 10 ditentukan besarnya *reduce mean* (Y_n) dan *reduce standard deviation* (S_n) dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4 untuk $n = 10$.

$$Y_n = 0,5515$$

$$S_n = 1,1255$$

Besarnya curah hujan yang diharapkan berulang setiap t tahun dapat diketahui melalui perhitungan sebagai berikut:

$$K_t = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \quad (4.6)$$

$$X = \bar{x} + S.K \quad (4.7)$$

Dari Tabel 4.5 berdasarkan periode ulang T didapat nilai Y_t

Tabel 4.5: Analisa curah hujan rencana dengan distribusi Gumbel.

Kala Ulang	xr	Yt	yn	s	Kt	Xt
2	411,3	0,3668	0,4952	0,9496	-0,16435536	115,147823
5	411,3	1,5004	0,4952	0,9496	0,719822335	135,273524
10	411,3	2,251	0,4952	0,9496	1,305224906	148,598489
20	411,3	2,9709	0,4952	0,9496	1,866757107	161,380115
25	411,3	3,1993	0,4952	0,9496	2,044882607	165,434618
50	411,3	3,9028	0,4952	0,9496	2,593602943	177,92462
100	411,3	4,6012	0,4952	0,9496	3,138271614	190,322397

$$C_s = 1,50846883$$

4.1.3 Menghitung Curah Hujan Kala Ulang Dengan Logaritmik 2, 5, 10, 20, 25, 50, & 100 Tahun

Pada Perhitungan metode distribusi log normal dan distribusi log *pearson III* dapat dilihat pada tabel 4.6.

Untuk nilai Log rata-rata ($\text{Log } X_r$) = 2,6141587

Tabel 4.6: Analisa curah hujan kala ualang dengan logaritmik.

No	Xi (Mm)	Log Xi	Log Xi – Log Xrt	(Log Xi – Log Xrt) ²	(Log Xi – Log Xrt) ³	Probabilitas
1	160	2,20412	0,1142	0,0130	0,0015	9,09
2	160	2,20412	0,1142	0,0130	0,0015	18,18
3	135	2,13033	0,0404	0,0016	0,0001	27,27
4	125	2,09691	0,0070	0,0000	0,0000	36,36
5	125	2,09691	0,0070	0,0000	0,0000	45,45

6	121	2,08279	-0,0071	0,0001	- 0,0000	54,55
---	-----	---------	---------	--------	----------	-------

Tabel 4.6: Lanjutan

No	Xi (Mm)	Log Xi	Log Xi – Log Xrt	(Log Xi – Log Xrt) ²	(Log Xi – Log Xrt) ³	Probabilitas
7	120	2,07918	-0,0107	0,0001	- 0,0000	63,64
8	110	2,04139	-0,0485	0,0024	- 0,0001	72,73
9	88	1,94448	-0,1454	0,0211	- 0,0031	81,82
10	86	1,93450	-0,1554	0,0242	- 0,0038	90,91
Jumlah		20,8147	-0,0843	0,0756	- 0,0039	

Nilai rata-rata Log Xi = 2,60632

Nilai maksimum Log Xi = 2,78817

Nilai minimum Log Xi = 2,50243

Standar deviasi (S) = 0,08463035

Koefisien Skewness (Cs) = 1,07117763

Koefisien Kurtosis (Ck) = 1,25053864

1. Metode Distribusi Log Normal

Dapat dilihat dari Tabel 4.7 untuk kemudian mengetahui besarnya curah hujan dengan metode log normal yang diharapkan berulang setiap t tahun adalah menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S \cdot \text{Log } X) \quad (4.8)$$

Dimana:

Log X_t = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang

Log X = Curah hujan rata-rata

K_t = Standar variabel untuk periode ulang tahun (Tabel 2.2)

S = Standar deviasi

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7: Analisa curah hujan kala ulang metode distribusi Log Normal.

Kala Ulang	Log X_r	K_t	$S \cdot \text{Log } X_r$	Y_t	X_t
2	2,08991	-1,01007E-07	2,0899051	2,0815	120,6350
5	2,08991	0,841456717	2,0899051	2,1583	143,9632
10	2,08991	1,281728757	2,0899051	2,1984	157,9152
20	2,08991	1,64521144	2,0899051	2,2316	170,4471
25	2,08991	1,751076531	2,0899051	2,2412	174,2807
50	2,08991	2,054188589	2,0899051	2,2689	185,7405

100	2,08991	2,326785333	2,0899051	2,2938	196,6887
-----	---------	-------------	-----------	--------	----------

2. Metode Distribusi Log Pearson III

Dapat dilihat dari Tabel 4.8 untuk kemudian mengetahui besarnya curah hujan dengan metode Log Pearson III yang diharapkan berulang setiap t tahun adalah menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X_r + (G \cdot S \text{ Log } X_r) \quad (4.9)$$

Dimana:

Log X_t = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun

Log X = Curah hujan rata-rata

S = Standar deviasi

G = Faktor Frekuensi (lihat Tabel 2.7 Nilai K untuk distribusi Log-Pearson III).

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8: Analisis curah hujan rencana dengan distribusi Log Pearson III.

Kala Ulang	Log X_r	G	S Log X_r	Y_t	X_t
2	2,0899051	-0,105874627	2,089905111	2,071812955	117,98
5	2,0899051	0,804632484	2,089905111	2,154891603	142,85
10	2,0899051	1,344279193	2,089905111	2,204131327	160,00
20	2,0899051	1,756592568	2,089905111	2,241752601	174,48
25	2,0899051	1,962749255	2,089905111	2,260563238	182,21
50	2,0899051	2,384079721	2,089905111	2,299007272	199,07
100	2,0899051	2,786866026	2,089905111	2,335759254	216,65

Dan untuk rekapitulasi analisa kala ulang curah hujan rencana maksimum dari berbagai jenis distribusi.

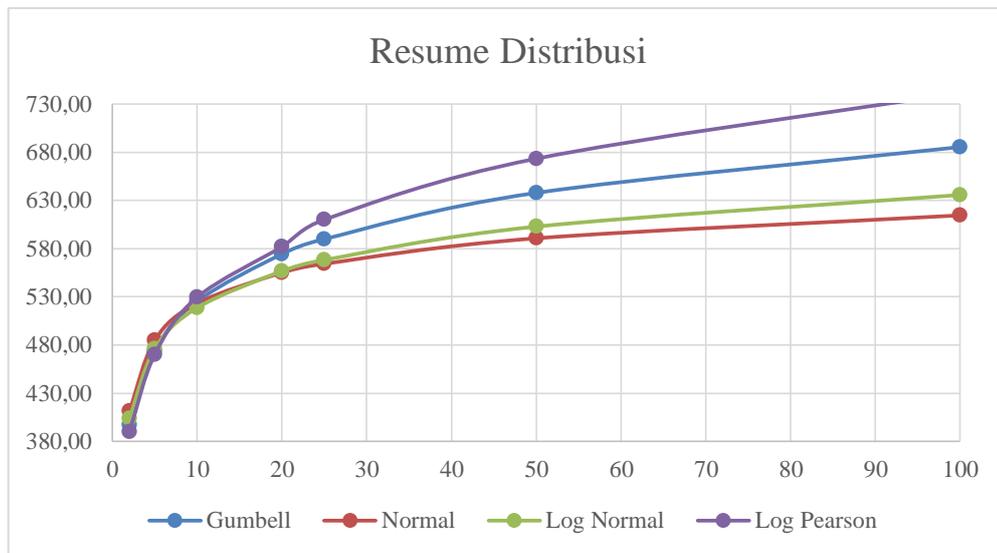
Tabel 4.9: Rekapitulasi kala ulang curah hujan.

Kala Ulang	Gumbel	Normal	Log Normal	Log Pearson
------------	--------	--------	------------	-------------

2	118,88	123,00	120,64	117,98
5	141,06	144,11	143,96	142,85
10	155,75	155,16	157,92	160,00

Tabel 4.9: Lanjutan

Kala Ulang	Gumbel	Normal	Log Normal	Log Pearson
20	169,84	164,28	170,45	174,48
25	174,31	166,94	174,28	182,21
50	188,08	174,54	185,74	199,07
100	201,74	181,38	196,69	216,65



Gambar 4.1: Grafik Rekapitulasi Kala Ulang Curah Hujan.

Tabel 4.10: Rekapitulasi kala ulang curah hujan.

Distribusi Normal	Distribusi Gumbel	Distribusi Log Pearson III
$-0,05 < C_s < 0,05$	$C_s > 1,1395$	
$2,7 < C_k < 3,3$	$C_k > 5,4002$	
$C_s = 1,508$	$C_s = 1,508$	tidak ada Batasan
<i>Hasil: tidak memenuhi</i>	<i>Hasil: memenuhi</i>	
$C_k = 2,600$	$C_k = 2,600$	tidak ada Batasan
<i>Hasil: tidak memenuhi</i>	<i>Hasil: tidak memenuhi</i>	

4.1.4 Uji Distribusi Probabilitas

1. Uji Kesesuaian Metode Chi Kuadrat

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode uji chi-kuadrat adalah sebagai berikut:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad (4.10)$$

Dimana:

X^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung.

E_f = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya.

O_f = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama.

n = jumlah sub kelompok.

Mengurutkan Data Curah Hujan Dari Terbesar Ke Terkecil

Tabel 4.11: Tabel data curah hujan terbesar ke terkecil.

N	Rainfall	Prob.
1	160	9,09
2	160	18,18
3	135	27,27
4	125	36,36
5	125	45,45
6	121	54,55
7	120	63,64
8	110	72,73
9	88	81,82
10	86	90,91
Total	985	Mm

- a. Menentukan jumlah kelas dengan persamaan Sturges:

Jumlah data (n) = 10

$$\text{Kelas distribusi (K)} = 1 + 3.3 \log n \quad (4.11)$$

$$= 1 + 3.3 \log 10 = 4.3 \approx 5 \text{ kelas}$$

- b. Menentukan nilai jajaran dalam kelas masing-masing:

$$\text{Nilai jajaran kelas (R)} = \text{nilai maksimum} - \text{nilai min} \quad (4.12)$$

$$= 614 - 318 = 296$$

- c. Menentukan interval kelas:

$$\text{Interval kelas (I)} = \frac{R}{K} \quad (4.13)$$

$$= \frac{296}{5} = 59,21$$

d. Selanjutnya dihitung dan dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 4.12: Perhitungan uji kesesuaian metode Chi-Kuadrat.

Kelas	Prob			Ef	Of'	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ²
1	86,00	< P <	100,80	2,00	0,00	0,00	-2,000	4,00
2	100,8	< P <	115,60	2,00	0,00	0,00	-2,000	4,00
3	115,6	< P <	130,40	2,00	10,00	10,00	8,000	64,00
4	130,4	< P <	145,20	2,00	0,00	-10,00	-12,000	144,00
5	145,2	< P <	160,00	2,00	0,00	0,00	-2,000	4,00
6	160,0	< P <	174,80	2,00	10,00	10,00	8,000	64,00
N				12	12	10	SX ²	284,00

$$\begin{aligned}
 \text{CHI-X}^2 &= \frac{(\text{Of-Ef})^2}{\text{Ef}} && (4.14) \\
 &= \frac{92,00}{12} = 7,67
 \end{aligned}$$

e. Derajat kebebasan didapat dengan persamaan

$$Dk = K - (P + 1) \quad (4.15)$$

$$Dk = 5 - (2 + 1) \quad Dk = 2$$

Dimana:

K = Banyaknya kelas

P = Banyaknya kriteria atau banyaknya parameter, untuk sebaran chi kuadrat adalah sama dengan 2

α = Nilai probabilitas kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100

f. Untuk perhitungan data dengan uji chi-kuadrat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.13: Hasil data dengan uji Chi-Kuadrat.

Kala Ulang	N	Prob.	Dk	a	X ² _{kritik}	CHI-X ²	Result
2	1	0,500	5	0,500	4.351,000	23,67	Ok
5	2	0,200	5	0,200	7.289,000	23,67	Ok
10	3	0,100	5	0,100	9.236,000	23,67	Ok
20	4	0,050	5	0,050	11.070,000	23,67	Ok
25	5	0,040	5	0,040	12.409,667	23,67	Ok
50	6	0,020	5	0,020	15.089,000	23,67	Ok

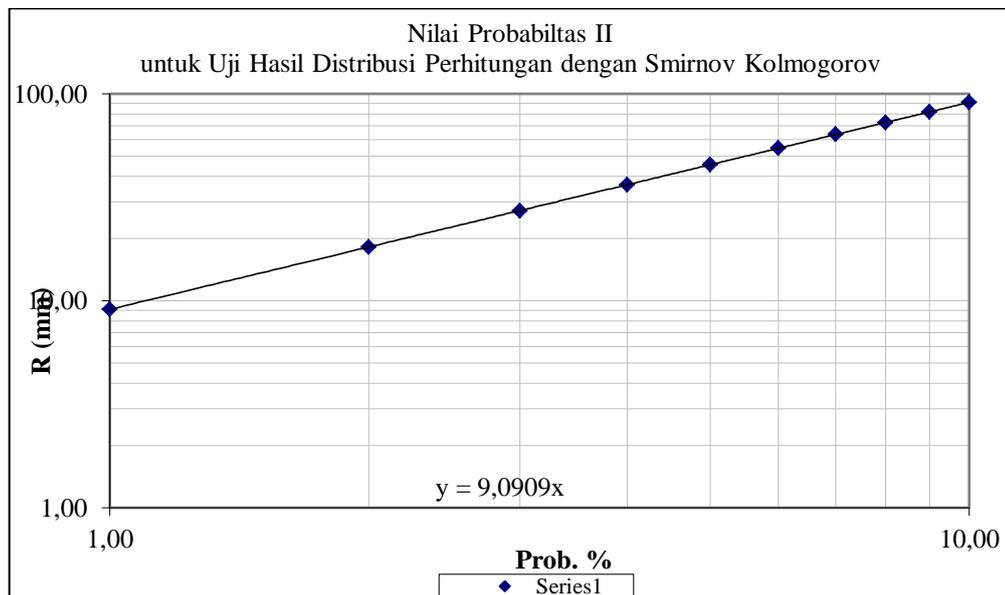
100	7	0,010	5	0,010	20.517,000	23,67	Ok
-----	---	-------	---	-------	------------	-------	----

2. Uji Smirnov Kolmogorov

Mengurutkan Data Curah Hujan Dari Terbesar Ke Terkecil

Tabel 4.14: Tabel data curah hujan terbesar ke terkecil.

N	Rainfall	Prob
1	160,00	9,09
2	160,00	18,18
3	135,00	27,27
4	125,00	36,36
5	125,00	45,45
6	121,00	54,55
7	120,00	63,64
8	110,00	72,73
9	88,00	81,82
10	86,00	90,91
Total	985	mm



Gambar 4.2: Grafik nilai probabilitas uji Smirnov Kolmogorov.

Berikut Hasil perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov terhadap Hasil Hitungan Kala Ulang Curah Hujan.

Dari data diatas didapat:

$$y = \frac{x_i - c}{x} \quad (4.16)$$

$$C = 0$$

$$X = 9.0909$$

Perhitungan hasil probabilitas III dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.15: Hasil pembacaan Probabilitas III.

N	Rainfall	Prob I	Prob II	Prob III
1	614,00	9,09	67,5	-58,46
2	489,00	18,18	53,8	-35,61
3	427,00	27,27	47,0	-19,70
4	420,00	36,36	46,2	-9,84
5	417,00	45,45	45,9	-0,42
6	367,00	54,55	40,4	14,17
7	364,00	63,64	40,0	23,59
8	362,00	72,73	39,8	32,90
9	335,00	81,82	36,9	44,96
10	318,00	90,91	35,0	55,93

4.1.5 Intensitas Curah Hujan

Dari hasil sebelumnya maka didapat distribusi yang mewakili adalah distribusi Log Pearson III Dan didapat:

Curah Hujan Rencana (Xt) = 10 tahun

Curah Hujan Maksimum Dalam 24 Jam (R24) = 160,00 mm

Waktu Konsentrasi (tc) = 3 jam

Rumus menghitung intensitas curah hujan (I)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad (4.17)$$

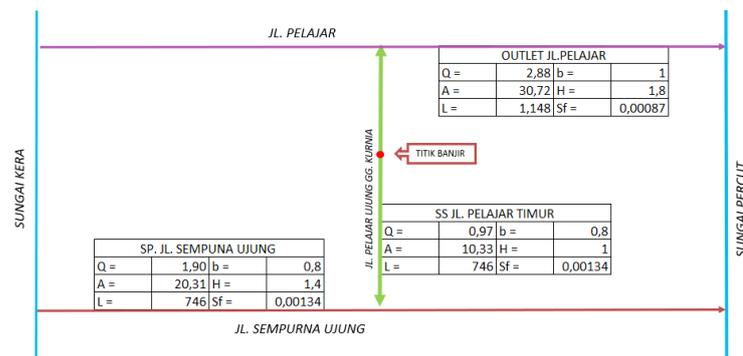
4.2 Skema jaringan

Berikut merupakan detail lokasi dan skema jaringan di Jalan Pelajar Ujung.



Gambar 4.3: Detail peta lokasi

Sumber: Google Earth



SKEMA DETAIL SALURAN SEKUNDER DI TITIK BANJIR

Gambar 4.4: Skema Detail Saluran Sekunder Pada Titik Banjir

Q : Debit tampung

A : Luas Basah

L : Panjang Sal

b : Lebar Saluran

H : Tinggi Saluran

Sf : Slope Saluran

Dapat dilihat dari skema jaringan diatas, Jalan Pelajar Ujung Gang Kurnia merupakan titik banjir. Aliran pembuangan dari Pelajar Ujung dibagi ke kedua arah yang berbeda, yaitu ke Jalan Pelajar (arah utara) dan ke Jalan Sempurna Ujung (arah selatan).

4.3 Perhitungan Hidrologi dan Hidrolika

Berikut merupakan perhitungan hidrologi dan hidrolika pada titik banjir yang saya analisis di Jalan Pelajar Ujung.

1. Perhitungan Debit Banjir

- a. Luas *Catchment Area*

$$A = 24,3 \text{ Ha}$$

Hasil dari *Catchment Area* dibagi dengan 1, maka $24,3 : 1 = 24,3 \text{ Ha}$, dan hasil ini digunakan untuk menentukan daerah pengaliran saluran.

- b. Curah Hujan Desain

$$R_{24} = 160,00 \text{ mm (dipilih 10 Tahun)}$$

- c. Intensitas Curah Hujan

$$T_c = 3 \text{ Jam}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3}$$

$$I = \frac{160}{24} \times \left(\frac{24}{3}\right)^{2/3}$$

$$I = 26,6 \text{ mm/jam}$$

- d. Menghitung Koefisien Simpangan (C_s)

$$C_s = 1$$

$$C = 0,9$$

- e. Debit Banjir (Q)

$$Q = 0,00278 \times C_s \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,00278 \times 1 \times 0,9 \times 26,6 \times 24,3$$

$$Q = 1,62 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

4.4 Perhitungan Eksisting

Perhitungan saluran eksisting menggunakan ruas drainase yang ada pada 1 (satu) titik banjir yaitu, di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai, Kota Medan.

Diketahui beban drainase = 24,3 Ha dengan jumlah titik banjir = 1, dan fungsi drainase adalah drainase sekunder.

1. Perhitungan Debit Banjir

- a. Intensitas Curah Hujan

$$T_c = 3 \text{ Jam}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3}$$

$$I = \frac{160}{24} \times \left(\frac{24}{3}\right)^{2/3}$$

$$I = 26,6 \text{ mm/jam}$$

- b. Menghitung Koefisien Simpangan (Cs)

$$C = 0,9$$

- c. Jumlah ruas drainase (n)

$$n = 2$$

- d. Debit Banjir (Q)

$$Q = 0,00278 \times C_s \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,00278 \times 1 \times 0,9 \times 26,6 \times 24,3$$

$$Q = 1,62 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Maka dalam perhitungan debit banjir ini didapat lah data yang dibutuhkan untuk sebuah perencanaan penanganan titik banjir.

2. Menghitung Kapasitas Parit

Perhitungan ini saya lakukan agar mendapatkan hasil data yang akan mengarah pada perencanaan kapasitas parit di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai, Kota Medan. Berikut perhitungan hasil observasi saya pada titik banjir di Jalan Pelajar Ujung.

- a. Lebar pada saluran drainase (b)

$$b=0,8 \text{ m}$$

- b. Tinggi muka air pada saluran drainase (h)

$$h=0,7 \text{ m}$$

- c. Jumlah pada elevasi hilir (Ehu)

$$Ehu=0 \text{ m}$$

- d. Jumlah pada elevasi hulu (Ehi)

$$Ehi=2 \text{ m}$$

- e. Panjang saluran drainase (L)

$$L=1148 \text{ m}$$

- f. Luas basah (A)

$$A=b \times H$$

$$A=0,8 \times 0,7 = 0,56 \text{ m}^2$$

- g. Keliling Basah (P)

$$P=1 \text{ m}$$

- h. Jari-jari basah (R)

$$R = A/P$$

$$R = \frac{0,56}{1} = 0,56$$

- i. Slope saluran (Sf)

$$Sf = \frac{E_{hi} - E_{hu}}{L}$$

$$Sf = \frac{2-0}{1148} = 0,00174216 \sim 1,74216$$

- j. Koefisien Kekasaran (K)

$$K = 70$$

- k. Kecepatan Air (V)

$$V = K \times (R^{0,667}) \times (Sf^{0,5})$$

$$V = 70 \times (0,56^{0,667}) \times (0,00174216^{0,5})$$

$$V = 1,98464808 \text{ m/s}$$

- l. Debit Tampung (Q)

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,98464808 \times 0,56$$

$$Q = 1,1114029 \text{ m}^3/\text{s}$$

- m. *Freeboard* (Fb)

$$Fb = 0,1 \text{ m}$$

- n. Tinggi Saluran (H)

$$H = h + Fb$$

$$H = 0,7 + 0,1 = 0,8 \text{ m}$$

Kondisi kecepatan dicari dengan pengambilan data memakai bola atau sejenisnya, dan dilakukan pengukuran ruas pada parit eksisting.

1. Ukuran ruas kanan pada parit, ialah :

a. Lebar saluran (b) = 0,8 m

b. Tinggi saluran (H) = 0,8 m

2. Ukuran ruas kiri pada parit, ialah :

a. Lebar saluran (b) = 0,8 m

- b. Tinggi saluran (H) = 0,8 m

4.5 Perhitungan Rencana Drainase

Langkah terakhir adalah melakukan perhitungan untuk rencana pembangunan drainase yang akan digunakan di lokasi perbaikan drainase.

Lokasi : Jalan Pelajar Ujung

Diketahui beban drainase = 24,3 Ha dengan jumlah titik banjir = 1, dan fungsi drainase adalah drainase sekunder.

1. Perhitungan Debit Banjir

- a. Intensitas Curah Hujan

$$T_c = 3 \text{ Jam}$$

$$I = R_{\frac{24}{24}} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3}$$

$$I = \frac{160}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3}$$

$$I = 26,6 \text{ mm/jam}$$

- b. Menghitung Koefisien Simpangan (Cs)

$$C = 0,9$$

- c. Jumlah ruas drainase (n)

$$n = 2$$

- d. Debit Banjir (Q)

$$Q = 0,00278 \times A \times I \times C / n$$

$$Q = 0,00278 \times 24,3 \times 26,6859 \times 0,9 / 2$$

$$Q = 0,811232 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

2. Menghitung Kapasitas Parit

Perhitungan ini saya lakukan agar mendapatkan hasil data yang digunakan dalam perencanaan kapasitas parit di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai, Kota Medan.

- a. Lebar pada saluran drainase (b)

$$b = 1 \text{ m}$$

- b. Tinggi muka air pada saluran drainase (h)

$$h=0,9 \text{ m}$$

- c. Jumlah pada elevasi hilir (Ehu)

$$Ehu=0 \text{ m}$$

- d. Jumlah pada elevasi hulu (Ehi)

$$Ehi=1 \text{ m}$$

- e. Panjang saluran drainase (L)

$$L=1148 \text{ m}$$

- f. Luas basah (A)

$$A=b \times H$$

$$A=1 \times 0,9 = 0,9 \text{ m}^2$$

- g. Keliling Basah (P)

$$P=1 \text{ m}$$

- h. Jari-jari basah (R)

$$R = A/P$$

$$R = \frac{0,9}{1} = 0,9$$

- i. *Slope* saluran (Sf)

$$Sf = \frac{Ehi-Ehu}{L}$$

$$Sf = \frac{1-0}{1148} = 0,00087108 \sim 0,847108$$

- j. Koefisien Kekasaran (K)

$$K = 70$$

- k. Kecepatan Air (V)

$$V = Kx(R^{0,667})x(Sf^{0,5})$$

$$V = 70x(0,9^{0,667})x(0,00087108^{0,5})$$

$$V = 1,92578079 \text{ m/s}$$

- l. Debit Tampung (Q)

$$Q = VxA$$

$$Q = 1,92578079 \times 0,9$$

$$Q = 1,73320271 \text{ m}^3/\text{s}$$

- m. *Freeboard* (Fb)

$$Fb = 0,1 \text{ m}$$

n. Tinggi Saluran (H)

$$H=h+Fb$$

$$H=0,9+0,1=1 \text{ m}$$

Kondisi kecepatan dicari dengan pengambilan data memakai bola atau sejenisnya, dan dilakukan pengukuran ruas pada parit eksisting.

1. Ukuran ruas kanan pada parit, ialah :
 - a. Lebar saluran (b) = 1 m
 - b. Tinggi saluran (H) = 1 m
2. Ukuran ruas kiri pada parit, ialah :
 - a. Lebar saluran (b) = 1 m
 - b. Tinggi saluran (H) = 1 m

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari studi kasus yang saya teliti penanggulangan banjir di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai ditemukan aliran drainase yang sebelumnya mengalir ke arah Sungai Kera harus di ubah arah alirannya menuju Sungai Percut, sehingga kapasitas limpasan air dapat kembali normal.
2. Hasil dari perencanaan desain di dapatlah hasil untuk sisi kanan kiri drainase berukuran tinggi 1m dengan lebar 1m, untuk dapat menampung aliran drainase di jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai Kota Medan.

5.2 Saran

1. Agar untuk di setiap pembangunan drainase perkotaan memiliki perencanaan yang baik sehingga penanganan drainase tidak hanya terfokus pada menghilangkan banjir, tetapi harus dilengkapi juga dengan aspek sosial dan lingkungan seperti pembuatan jalur hijau (drainase berwawasan lingkungan) disepanjang saluran agar bisa terbantu dengan penyerapan secara alami yang dilakukan oleh pepohonan juga pada tanah.
2. Sangat diperlukannya perubahan tentang pembaruan saluran drainase di Kota Medan agar bisa memberikan dampak baik dalam mengurangi titik banjir yang ada, dengan sistem pembuangan dan pengarahan aliran air yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriawan, A. (2021) Kajian Hidrologi Pada Sistem Pengendalian Banjir. *Jurnal Teknik Sipil : Rancang Bangun*, Vol. 7(1), hal. 35-41.
- Arif, D. A., Giyarsih, S. R. Mardiatna, D. (2017) Kerentaanan Masyarakat Perkotaan terhadap Bahaya Banjir di Kelurahan Legok, Kecamatan Telanipura, Kota Jambi. *Majalah Geografi Indonesia*, Vol. 31(1), hal. 1-11.
- Astuti, A. D., Wahyudi, J., Ernawati, A., Aini, S. Q. (2020) Studi Kelayakan Daur Ulang Kantong Plastik dari Aspek Ekonomi dan Lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Vol. 18(3), hal. 488-494.
- Fajriyah, S. A. dan Wardhani, E. (2020) Analisis Hidrologi untuk Penentuan Metode Intensitas Hujan di Wilayah Kecamatan Bogor Barat, Kota Bogor. *Jurnal Serambi Engineering*, Vol. 5(2), hal. 900–913.
- Fatonah, K. dan Wulansari, D. N. (2017) Estimasi Anggaran Biaya Struktur Proyek Pembangunan Hotel Quad Makassar Menggunakan Metode SNI. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, Vol. 2(2), hal. 116–129.
- Findayani, A. (2018) Kesiapsiagaan Masyarakat dalam Penanggulangan Banjir di Kota Semarang. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, Vol 12(1), hal. 102–114.
- Fisu, A. A. (2017) Analisis Kelayakan Ekonomi & Finansial pada *Masterplan* Kawasan Industri Perikanan Kota Tarakan. Hal. 1–13.
- Hisbulloh. (1995) Hidrologi untuk pengairan. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Isa, M., Sumarauw, J. S. Hendratta, L. A. (2020) Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Marisa Kecamatan Limboto Barat Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Sipil Statik*, Vol 8(4), hal. 591–600.
- Kiki, Z. (2021) Siklus Air: Definisi, Proses, dan Jenis Siklus Hidrologi. <https://akupintar.id/info-pintar/-/blogs/siklus-air-definisi-proses-dan-jenis-siklus-hidrologi#>:
- Kodoatie, R. J. dan Sjarief, R. (2006) Pengelolaan Bencana Terpadu. Jakarta: Yarsif Watampone
- Mayasari, D. (2017) Analisa Statistik Debit Banjir Dan Debit Andalan Sungai Komerling Sumatera Selatan: Devita Mayasari. *Jurnal Forum Mekanika*, Vol. 6(2), hal. 88-98.
- Prasetyo, B., Irwandi, H., Pusparini, N. (2018) Karakteristik Curah Hujan Berdasarkan Ragam Topografi di Sumatera Utara. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol. 19(1), hal. 11-20.
- Prastica, R. M. S., Maitri, C., Nugroho, P. C., Hermawan, A. (2017) Analisis Banjir dan Perencanaan Desain Transportasi Sungai di Kota Bojonegoro. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, Vol. 23(2), hal. 91-101.
- Pribadi, A. D., Kusumawati, R. D., Firdausi, A. A. (2021) Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan terhadap Karakteristik Hidrologi di DAS Sampean Kabupaten Bondowoso. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, Vol 19(2), hal. 84-101.
- Ramadhan, B. S., Hardyanti, N., Istirokhatun, T., Nugraha, W. D., Oktiawan, W. (2021) Edukasi Pelindungan Lapisan Ozon melalui Identifikasi Aliran Massa Refrigerant dan Bahan Pendingin di Kota Surakarta. *Jurnal Pasopati*, Vol

- 3(1), hal. 25-27.
- Ramadhanis, Z., Prasetyo, Y., Yuwono, B. D. (2017) Analisis Korelasi Spasial Dampak Penurunan Muka Tanah terhadap Banjir di Jakarta Utara. *Jurnal Geodesi Undip*, Vol. 6(3), hal. 77-86.
- Salim, M. A. (2018) Pembangunan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan di Kawasan Perumahan. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 9.
- Soewarno. (1995) Hidrologi aplikasi metode statistik jilid 1 dan 2. Bandung: Nova.
- Suhudi, S. dan Koten, S. W. (2020) Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Istana Safira di Jalan Jambu Semanding Sumber Sekar, Dau, Kabupaten Malang. *Jurnal Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, Vol. 5(2), hal. 147-158.
- Suripin. (2004) Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: ANDI Offset.
- Wulandari, A. (2020) Kajian Pemanfaatan Lahan Kawasan Rawan Banjir Di Kecamatan Biringkanaya Kota Makassar. Skripsi. Makassar: Program Studi Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Yendri, O., Oemiati, N., Muafi, A. Y. (2019) Pengaruh Fluktuasi Muka Air Terhadap Debit Aliran pada Sungai Ketupak pada Saat Musim Penghujan. *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, Vol. 8(1), hal. 24-28.
- Yulius, E. (2018) Evaluasi Saluran Drainase pada Jalan Raya Sarua-Ciputat Tangerang Selatan. *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, Vol. 6(2), hal. 118-130.
- Zainuri, E., Suprijanto, H., Sisingsih, D. (2021) Studi Perencanaan Bangunan Dinding Penahan Sebagai Upaya Pengendalian Banjir Sungai Meduri Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, Vol. 12(1), hal. 1-15.

LAMPIRAN

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir, mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Syahfitri Sawalina Sinaga
Umur : 30 Tahun
Kejadian Banjir : 6 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 17 cm
Lama Genangan Banjir : 4 Jam
Kerugian Yang Dialami : Kerusakan Pada Steling Jualan.

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir, mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Hayani
Umur : 41 Tahun
Kejadian Banjir : 6 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 17 cm
Lama Genangan Banjir : 4 Jam
Kerugian Yang Dialami : Kerusakan Pada Bangku Sofa, Meja Ruang Tamu.

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir, mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Elishabet Dachi
Umur : 39 Tahun
Kejadian Banjir : 6 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 19 cm
Lama Genangan Banjir : 5 Jam
Kerugian Yang Dialami : Kerusakan Pada Cat Tembok Rumah.

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir, mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Surianto
Umur : 45 Tahun
Kejadian Banjir : 6 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 17 cm
Lama Genangan Banjir : 4 Jam
Kerugian Yang Dialami : Kerusakan Barang Elektronik.

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir, mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Didi Syahputra
Umur : 42 Tahun
Kejadian Banjir : 6 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 17 cm
Lama Genangan Banjir : 4 Jam
Kerugian Yang Dialami : Kerusakan Pada Lemari Baju, dan Prabotan Rumah Tangga.

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir, mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Muhammad Rangi Rangkuti
Umur : 46 Tahun
Kejadian Banjir : 6 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 17 cm
Lama Genangan Banjir : 4 Jam
Kerugian Yang Dialami : Kerusakan Barang Elektronik Kulkas.

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir, mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Ahmad Madi Silalahi
Umur : 32 Tahun
Kejadian Banjir : 6 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 17 cm
Lama Genangan Banjir : 4 Jam
Kerugian Yang Dialami : Kerusakan Perabotan Rumah Tangga.

DOKUMENTASI



Gambar.L 1. Lokasi Penelitian di Jalan Pelajar Ujung.



Gambar.L 2. Saluran Drainase yang sudah tidak mengalir lagi.



Gambar.L 3. Proses Pengukuran Lebar Drainase.



Gambar. L 4. Ukuran Saluran Drainase Yang Sudah Sangat Tidak Layak Fungsi Lagi.



Gambar.L 5. Saluran Drainase Yang Mengalami Kerusakan Sehingga Terganggu Fungsi Drainase Tersebut.



Gambar.L 6. Warga yang memperlihatkan tinggi muka air ketika banjir.



Gambar.L 7. Pengukuran titik basah pada tampungan drainase.



Gambar.L 8. Pengambilan data ukuran lebar drainase.



Gambar.L.9. Sungai Kera, Medan Perjuangan



Gambar.L. 10. Sungai Percut, Deli Serdang



Gambar.L. 11. Drainase di Jalan Pelajar Ujung, Kecamatan Medan Denai

RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PENYUSUN

Nama Lengkap : Muflihah Atirrah Ritonga
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 06 April 1999
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jl. Menteng 7, Gg. Madrasah, No.7A.
Agama : Islam
Nama Ayah : Alamsyahrudin Ritonga
Nama Ibu : Juniarni Harahap
No. Handphone : 08128673474
E_mail : atirrahr@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Lokasi	Tahun
1	Taman Kanak-Kanak	Al-Jama'iyah	2004-2005
2	Sekolah Dasar	SD Negeri 060912	2005-2011
3	Sekolah Menengah Pertama	SMP Negeri 3 Medan	2011-2014
4	Sekolah Menengah Atas	SMA Negeri 1 Medan	2014-2017